

# Inovação em Design de Mobilidade

André Almeida Santos

Relatório de estágio  
MA Design de Produto



## **Relatório de estágio / projeto**

André Almeida Santos

## **Escola Superior de Artes e Design**

Mestrado em Design de Produto

## **CEiiA - Centro de Engenharia e Desenvolvimento de Produto**

### **Orientado por:**

Jeremy Hugh Aston

### **Co-Orientado por:**

Luis Leitão (CEiiA)

Dirk Loyens

Matosinhos, 2018



## **Agradecimentos**

Aos meus orientadores Jeremy e Dirk, assim como ao Martin Lucarelli e Boris Fabris pelo apoio prestado.

Ao Luís Leitão, José Silva, e toda a equipa do departamento de mobilidade do CEiiA por toda ajuda no projeto e bons momentos durante o estágio.

Aos meus colegas de curso e professores que me acompanharam ao longo destes últimos anos e que de uma maneira ou outra contribuíram para os meus sucessos.

À Eva, minha companheira de todos os momentos.

A toda a minha família pelo apoio e compreensão.





## Resumo

A evolução tecnológica e do contexto social urbano auguram novos obstáculos logísticos tornando a mobilidade num dos maiores desafios da atualidade. As tecnologias da condução autónoma, propulsão elétrica, sensorização e IOT que entram agora na sua fase de amadurecimento, aparentam ser o catalisador de uma esperada disrupção nos transportes e logística urbana. Como tal, verifica-se também uma tendência para novos modelos de negócio baseados na mobilidade como um serviço e também a necessidade cada vez mais premente de desenvolver veículos fit-for-purpose.

Procura-se com este documento relatar o desenvolvimento de um projeto realizado no âmbito do MA em Design de Produto, integrado no CEiiA. Este processo teve como objetivo identificar e prever as necessidades dos utilizadores de um sistema de mobilidade urbana. Paralelamente, propôs-se um veículo modular configurável consoante as várias funções, tendo como base a arquitetura do sistema de propulsão (skate) em desenvolvimento nesta empresa. Este veículo, de carácter marcadamente meta projetual, busca também uma nova linguagem formal desafiante, icónica e adaptada às tendências, necessidades e desejos dos utilizadores no futuro.

## Palavras-chave

Mobilidade urbana, Veículos Autónomos, Design de transportes, Modular, Sistemas produto-serviço.

## Abstract

Both the technological and social evolution in urban context present new logistics hurdles, which turns mobility into one of the grandest challenges nowadays.

As we hit maturity in technologies such as autonomous driving, electric propulsion, sensorization and IOT, we seem to be on the verge of disruption in urban transportation and logistics. Likewise, a shift towards new business models based on mobility-as-a-service as well as the need for fit-for-purpose vehicles is apparent.

This document seeks to report the development of a project done as an intern at CEiiA for MA in Product Design purposes. The project's objectives included identify and predict the needs of users of a urban mobility system.

The objectives for this project included the identification and prediction of the user's needs in a future urban mobility system. Furthermore, a modular vehicle concept, capable of being configured according to the various identified functions was proposed. This meta-projectual concept was based on a vehicular platform under development at CEiiA and sought to express a challenging and iconic language according to the trends, needs and desires of future users.

## Keywords

Urban mobility, Autonomous Vehicles, Transportation Design, Modularity, Product-service Systems

# Índice

<b>Introdução</b>	1
<b>Caracterização do Estágio</b>	3
Experiencia e outras actividades	4
<b>Proposta de Projeto</b>	5
<b>Contextualização</b>	9
Veículos Autónomos	10
Transformações no mercado de transportes	12
Evolução do contexto urbano	14
Conclusões e Redefinição do brief	17
<b>Processo de Design</b>	19
Pesquisa visual	20
Sketches iniciais	22
O habitáculo	24
Serviço e experiência de utilização	30
Modelos de volume	33
Iterações	35
Definição Formal	37
Proposta de Estilo	40
<b>Considerações Finais</b>	45
<b>Bibliografia</b>	47
Índice de Imagens	48



# Introdução

Serve este documento para retratar a experiência de estágio integrado no departamento de Mobilidade do CEiiA, assim como o projeto desenvolvido durante este período.

Este estágio foi realizado no âmbito do Mestrado em Design de Produto da Escola Superior de Artes e Design. Como tal, este processo teve como grandes objetivos: desenvolver a autonomia necessária para a prática projetual, contactar com profissionais, métodos e técnicas utilizadas na empresa bem como propor uma visão própria sobre os temas explorados internamente.

O documento foi estruturado em três partes referentes à caracterização do estágio, contextualização do projeto e descrição do processo de desenvolvimento. A caracterização do estágio descreve as atividades desenvolvidas, os métodos e o planeamento inicial do mesmo. A contextualização corresponde ao resumo da pesquisa bibliográfica que serviu como ponto de partida para o projeto a desenvolver onde se identificaram as principais motivações e potenciais benefícios de uma implementação do mesmo. O último segmento relata o processo de desenvolvimento descrevendo de forma mais detalhada as metodologias e várias fases deste processo.

Abreviaturas usadas no documento:

IOT - *Internet of Things*

VA - Veículos Autónomos

OEM - *Original Equipment Manufacturer*

HMI - *Human-machine-interface*

CAD - *Computer-Aided Design*

FDM - *Fused Deposition Modelling*



# Caracterização do Estágio

O CEiiA - Centro de Engenharia e Desenvolvimento de Produto surge em 1999 com o grande objetivo de alavancar a indústria nacional através da investigação e desenvolvimento, particularmente na área automotiva. Posteriormente, alarga a sua área de atuação às áreas de aeronáutica, aeroespacial e náutica, e à mobilidade de forma mais abrangente, assim como outros projetos assentes na estrutura de incubação e aceleração de *startups*.

Alguns dos projetos recentes de maior relevo incluem: a participação no desenvolvimento da aeronave Embraer KC-390, a plataforma Mobi.e - de gestão de serviços mobilidade urbana aplicada a várias cidades e redes de produtos como a rede de *bike sharing* a ser implementada nas cidades de Matosinhos e Cascais. De igual forma, destacam-se também os projetos de desenvolvimento de carregadores elétricos inteligentes em parceria com a EFACEC e o *concept* para um veículo elétrico conectado (BE).

O *know-how* presente na sua estrutura cobre um largo espectro de engenharia, design, desenvolvimento e validação: desde o teste e caracterização de materiais e estruturas, prototipagem / fabricação digital e engenharia inversa, para além do desenvolvimento e suporte de produtos e plataformas digitais aplicadas à mobilidade urbana. Possui ainda ligações privilegiadas

com centros de investigação e universidades, promovendo com frequência os diversos fóruns e conferências de partilha e discussão.



1. Equipa CEiiA e protótipos



2. Embraer KC-390



3. Sistema de *bike-sharing* nas instalações do CEiiA em Matosinhos



## Experiência e Outras Atividades

Tendo o CEiiA um historial de projetos inovadores em diversas áreas de engenharia, particularmente no desenvolvimento automóvel e de soluções para mobilidade, a possibilidade de integrar a equipa de estilo figurou-se como uma excelente oportunidade de observar na primeira pessoa e até participar em projetos tão desafiantes.

Todo o processo foi amplamente apoiado, quer pela Academia CEiiA - departamento responsável pelo contacto com as universidades e o constante acompanhamento dos mestrandos - quer pelos responsáveis do departamento de mobilidade e todos os colaboradores do mesmo.

A cultura da empresa caracteriza-se por um ambiente descontraído e informal no dia-a-dia, sem descurar o rigor e profissionalismo necessários. Este ambiente permitiu recolher *feedback* constante para o projeto e, ao mesmo tempo, conhecer e discutir o trabalho desenvolvido pelos diversos departamentos.

Para além do projeto proposto, o estágio permitiu também dar o *input* pessoal, participando de forma pontual em vários projetos do gabinete de estilo. Da mesma forma, realizaram-se diversas apresentações formais abertas a toda a empresa ou departamento, proporcionando também espaço para uma crítica mais alargada.

Paralelamente, foram também realizadas

ações de formação que permitiram uma melhor compreensão das políticas e cultura da empresa, assim como a participação em ciclos de conferências que proporcionaram o contacto com diferentes visões de diversos temas.



**4. Apresentação intermédia de Mestrandos no CEiiA**



**5. Accção de Formação para mestrandos no CEiiA**



**6. Teste de bicicletas eléctricas nas instalações do CEiiA**

# Proposta de Projeto

Foi proposto neste projeto o desenvolvimento de um veículo autónomo para uso urbano tendo em conta as funções core de vários cenários (transporte de pessoas, bens e fornecimento de serviços) e propondo uma linguagem estética apelativa para o *target*.

Pretendia-se idealizar soluções para transporte de pessoas, cargas ou fornecimento de serviços em ambiente urbano fazendo uso das capacidades de locomoção elétrica e autónoma, considerando o seu potencial e limitações, assim como, as alterações que se preveem nos comportamentos e cidades do futuro.

O veículo deveria, também, respeitar as valências e limitações da plataforma elétrica e modular atualmente em desenvolvimento na empresa.

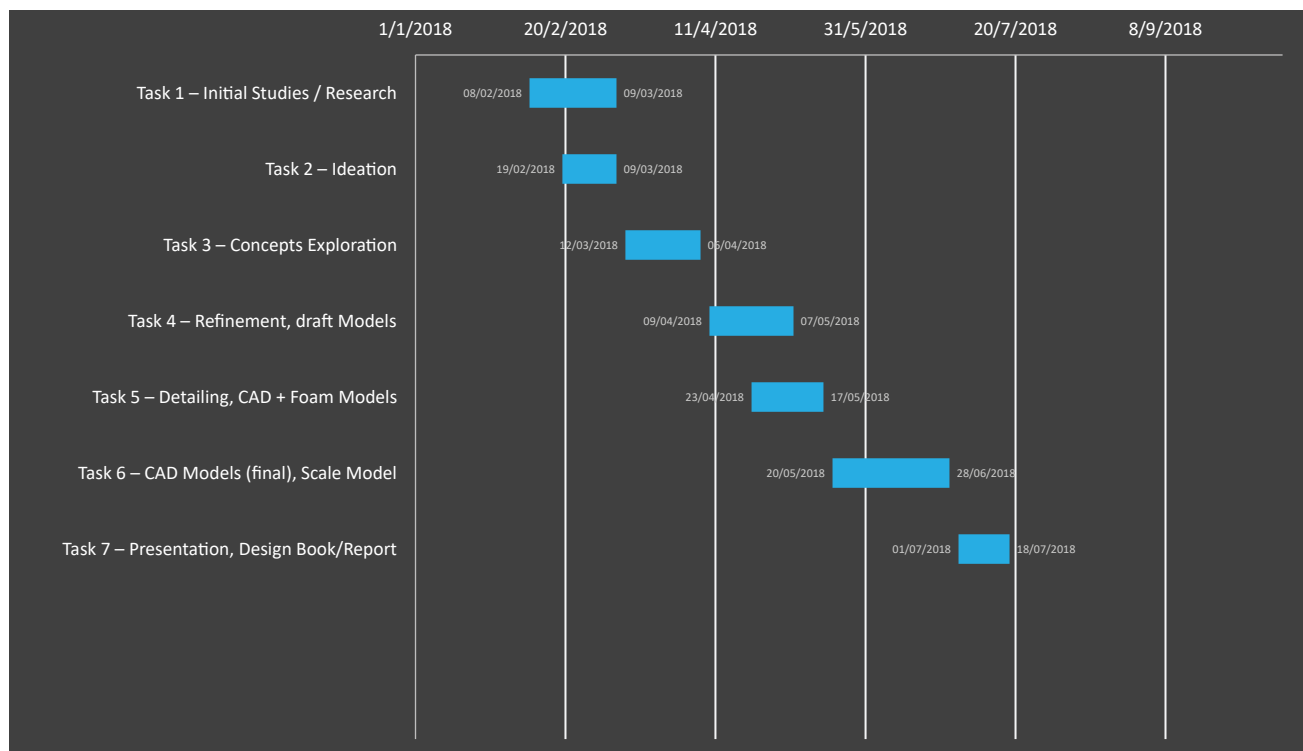
Esta plataforma – correntemente designada por *skate* - integra todos os elementos funcionais de propulsão elétrica, controlo e alimentação para veículos num elemento horizontal de centro de gravidade baixo. Outra característica relevante deste *skate* é o facto de ser construído de forma modular, podendo ter as suas dimensões adaptadas a vários casos de uso quer na distância entre eixos quer na distância entre rodas. Esta capacidade de variação dimensional possibilita que esta tecnologia possa adquirir as características técnicas e funcionais necessárias em veículos de uso particular,

partilhado, comercial ou industrial.

Considerou-se, também, a possibilidade de aplicar o conceito modular a outros componentes do veículo para melhor responder às necessidades específicas dos casos-de-uso. No entanto, a coerência formal e identidade deveria ser mantida em todas as configurações possíveis neste caso.

A proposta contempla também um estudo das implicações da evolução tecnológica no campo da propulsão elétrica, inteligência artificial e condução autónoma, e sensorização aplicadas a veículos.

Para maximizar a validade da proposta desenvolvida foi utilizada uma abordagem de inovação em produto assente em pesquisa de macro tendências. Tendo em conta as conclusões desta pesquisa, foram especificados campos de pesquisa que fornecessem fontes de inspiração para os estudos iniciais e de referência e análise para os seguintes. Posteriormente, foram feitas várias propostas cada vez mais detalhadas convergindo progressivamente num conceito cada vez mais definido. Assim, definiu-se um planeamento inicial com objetivos intercalares referentes às várias fases de desenvolvimento ou elementos específicos apresentados em momentos mais ou menos formais, dentro do departamento ou abertos a toda a empresa. No entanto este planeamento compreendia á partida um elevado grau de flexibilidade



Tasks	Start date	Duration	End date
Task 1 – Initial Studies / Research	08/02/2018	29	09/03/2018
Task 2 – Ideation	19/02/2018	18	09/03/2018
Task 3 – Concepts Exploration	12/03/2018	25	06/04/2018
Task 4 – Refinement, draft Models	09/04/2018	28	07/05/2018
Task 5 – Detailing, CAD + Foam Models	23/04/2018	24	17/05/2018
Task 6 – CAD Models (final), Scale Model	20/05/2018	39	28/06/2018
Task 7 – Presentation, Design Book/Report	01/07/2018	17	18/07/2018

**7. Diagrama de GANTT elaborado com o apoio da Academia CEiIA referente ao planeamento do projeto a desenvolver**

para responder à necessidade de adicionar e/ou reformular dados anteriores para iniciar um novo ciclo iterativo. Os elementos de pesquisa e trabalho efectuado foram sendo recolhidos e organizados periodicamente pelo departamento académico do CEiiA de modo a estarem disponíveis para referencia futura.

Tendo em conta a natureza especulativa desta proposta assim como a sua implementação estar prevista para um médio-longo prazo, tornou-se evidente que esta proposta teria de ser considerada como um exercício meta projetual, caracterizando-o o mais aprofundadamente possível nas suas várias vertentes mas assumindo que o resultado final seria sempre um *concept*, uma visão do que poderá vir a ser este produto quando implementado no futuro.

A condução autónoma está ainda na sua infância e depende de tecnologias emergentes, havendo ainda um caminho longo a percorrer no que toca à sua otimização e à necessária adaptação legislativa. Por outro lado, não existem atualmente soluções implementadas no mercado, nem casos de estudo diretos com de aceitação comprovada. Consequentemente, de forma a maximizar o potencial de adesão dos futuros utilizadores, foi necessário caracterizar as principais necessidades e desejos dos potenciais utilizadores, delinear as infraestruturas necessárias à sua implementação,

e assim como definir uma linguagem estética que comunicasse os seus pressupostos.

Atendendo ao facto do projeto ser desenvolvido durante um estágio integrado no gabinete de estilo do departamento de mobilidade, a definição formal ou de estilo era também um dos pontos de maior foco. Após a pesquisa inicial verificou-se que a abrangência de configurações possíveis era incompatível com a duração do projeto, assumindo-se então que a sua conclusão seria limitada ao caso de uso mais típico – transporte de pessoas – de forma a comunicar a visão para a linguagem estética de forma mais completa possível e prevendo que esta possa vir a ser transferida para os outros casos no futuro.



8. Mindmap com tendências a estudar durante a pesquisa

# Contextualização

“(...) although the widespread sentiment that game-changing disruption is already on the horizon, there is still no integrated perspective on how the automotive industry will look in 10 to 15 years as a result on these trends. “

(Mohr, Werner Kaas, Gao, Wee & Möller, 2016)

Propor um novo arquétipo - particularmente num espaço tecnológico emergente - é um exercício algo ingrato, já que o contexto tecnológico e sociocultural está em constante transformação e qualquer avanço poderá pôr em causa a relevância da proposta.

No entanto, tal como em qualquer bom imaginário *sci-fi* “nada vem do nada” (“ex nihilo nihil fit” - originalmente referente à teoria da criação do universo de Parménides) e a resiliência de qualquer visão futurista face às alterações paradigmáticas potencia-se pela análise das tendências emergentes e a sua relação com o preexistente.

Foi feito um mapeamento dos principais eixos que influenciam os projetos desta categoria referentes às transformações observáveis e previstas das novas tecnologias, alterações de dinâmicas e infraestruturais no espaço urbano, assim como as comportamentais e socioculturais. Esta pesquisa serve em primeiro lugar para conhecer as motivações para a existência deste produto e paralelamente retirar insights importantes para a definição das características fundamentais para garantir a sua viabilidade.



## Veículos Autónomos

A conjugação do amadurecimento de várias tecnologias possibilita a introdução da inteligência artificial no processo de condução com vista a corrigir e eventualmente

Eliminar a intervenção humana no processo de condução. A proposta de valor da introdução dos veículos autónomos (VA) assenta essencialmente no potencial de redução de sinistros ocorridos, consumos energéticos e emissões poluentes, bem como a otimização do fluxo de trânsito quando inseridos num sistema conectado. Neste sentido, a condução autónoma é vista como um dos grandes fatores de mudança e disrupção nos sistemas de transportes, estimando-se que cerca de 15% dos veículos poderão ser completamente autónomos em 2030. (Mohr, Werner Kaas, Gao, Wee & Möller, 2016)

Historicamente observaram-se várias abordagens semi-autónomas de relevo

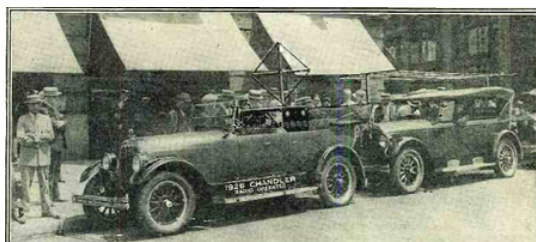
Lyricann Wonder - protótipo testado pela Houdina Radio Control nas ruas de Nova York em 1927, controlado por rádio por outro automóvel que o seguia;

Citroen DS modificado pela United Kingdom Transport and Research Laboratory para interagir com cabos magnéticos embebidos em estradas nos anos 60;

Mercedes VaMP e VITA-2 - protótipos semi-autónomos providos de tecno-

logias de *computer-vision* e processamento em tempo real que completaram trajetos de mais de 1500km em autoestrada;

Projeto Navlab - veículo com controlo autónomo de direcção, aceleração e travagem operado por um condutor que realizou uma viagem de 5000km desenvolvido pela Carnegie Mellon University.



9. Linricann Wonder



10. Mercedes VaMP



11. Navlab versão 1 a 5

A partir de 2004, ano do desafio DARPA *Grand Challenge* (Defense Advanced Research Projects Agency - agência Norte Americana de desenvolvimento de tecnologias de índole essencialmente militar), o número de projetos e *stakeholders* envolvidos no desenvolvimento de veículos autónomos sofreu um crescimento exponencial. Este facto contribuiu positivamente para a rápida evolução tecnológica nesta área. Os resultados nos 3 anos seguintes refletem essa mesma evolução: todas as equipas percorreram 96km em ambiente urbano, respeitando normas de trânsito e evitando obstáculos, melhorando substancialmente a marca da primeira edição onde foram percorridos 11.78km no deserto, de um objetivo inicial de 240 km. Dado este mote, *startups* e gigantes do espaço tecnológico investiram massivamente na aplicação de tecnologias autónomas a veículos. Caso da Google, que iniciou o projeto Waymo em 2009, e completou o primeiro percurso num veículo completamente autónomo em estradas públicas em 2015. As OEM's também não ficaram indiferentes, tendo vindo a introduzir progressivamente tecnologias de assistência (de estacionamento automático, *cruise control* adaptativo, entre outros)

Apesar da grande euforia em volta destes veículos, a sua adoção generalizada ainda terá de superar desafios tecnológicos no que toca à melhoria do *hardware* de sensorização e aos algoritmos de inteligência

artificial face à enorme complexidade de variáveis e decisões a tomar num contexto urbano. Paralelamente, e devido ao facto da sua infalibilidade não estar comprovada, há ainda obstáculos legislativos que não permitem a implementação de modos de condução sem supervisão humana. Questões ligadas à responsabilidade civil em caso de acidente, segurança e privacidade de dados - visto que a recolha de dados é uma pedra angular na melhoria dos algoritmos de inteligência artificial e também monetização por publicidade - bem como custos de entrada elevados, continuam sem respostas definitivas.



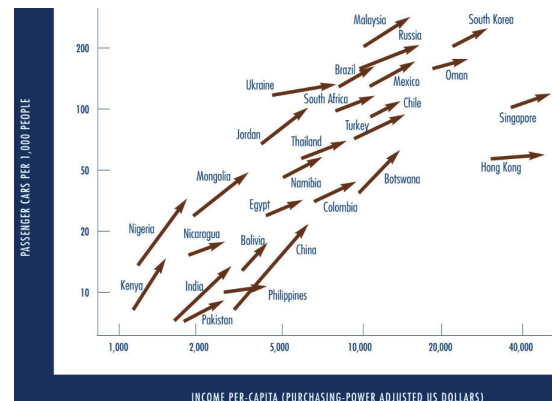
**12. Waymo, Carro autónomo desenvolvido pela Google**



## Evolução do contexto urbano

A população a viver em contexto urbano a nível global, aumentou de 746 milhões em 1950 para 3.9 biliões em 2014, correspondendo a um aumento de 30% para 66%. (UN, 2016) Tendo em conta o crescimento de países em vias de desenvolvimento, - particularmente nos continentes Asiáticos e Africanos - e verificando-se o mesmo tipo de concentração populacional em grandes centros, prevê-se a ocorrência cada vez mais frequente das chamadas megacidades.

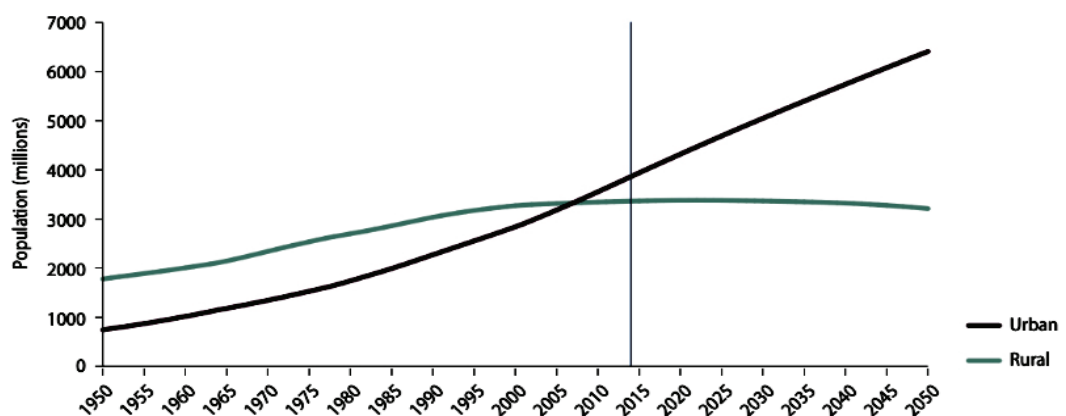
Estas cidades caracterizam-se pela sua grande extensão, alta densidade e consequente grande sobrecarga sobre as suas infraestruturas, consumo energético, e recursos ambientais. Há também uma correlação entre o aumento do poder de compra e a preferência por viajar em veículos próprios (fig.13).



**13. Número de automóveis por cada 1000 habitantes relacionado com o poder de compra, por país**

O consumo energético e emissões poluentes são especialmente problemáticos nestas zonas de grande densidade, com particular impacto na poluição e consequente degradação da qualidade do ar. Perante estas questões, têm vindo a ser tomadas medidas de restrição à utilização de veí-

### Urban and rural population of the world, 1950–2050



**14. Relação entre população rural e urbana a nível mundial**

6. Kutzbach, M. (2010) Megacities and Megatraffic. In ACCESS Magazine. 1,37. 31-35.

7. Department of Social Affairs, UN. (2014). World Urbanization Prospects. United Nations. Retirado em Março, 7 de <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf>

culos no centro das cidades, atitude que se prevê vir a ser alargada a mais locais.

Este facto, aliado à crescente preocupação com o impacto ambiental, tem também levado a uma grande aposta na mobilidade elétrica, traduzindo-se na alteração da oferta por parte das OEM's para veículos de propulsão elétrica ou híbrida. Também se tem verificado o aumento de oferta nos meios de transporte last mile - veículos dimensionados para distâncias curtas na última etapa do trajeto diário - com especial relevo para serviços partilhados como *bike/scooter sharing*.

A mobilidade torna-se assim numa das maiores problemáticas dos nossos tempos, deparando-se com problemas de elevado fluxo de trânsito - em especial nas horas de ponta - dificuldade de estacionamento e complexidade de navegação em vias com múltiplos sistemas e modos de transporte simultâneos.

Ao mesmo tempo, devido ao aumento do tempo despendido em viagem, aliado à grande proliferação de dispositivos informáticos pessoais e constante conectividade, verificam-se também alterações comportamentais na interação social e nas atividades que decorrem durante os trajetos. Se no passado os meios de transporte podiam ser associados ao conceito de não-lugar - termo cunhado por Marc Augé, referente a espaços em que o ocupante é

anónimo e não possui significado suficiente para ser tido como um lugar - hoje tornam-se numa espécie de terceiro-espaço. Ou seja, um espaço para além do lar (primeiro espaço) ou local de emprego (segundo espaço) onde os seus ocupantes socializam ou trabalham, seja com aqueles que o circundam fisicamente seja com parceiros virtuais através dos *smart-devices*.

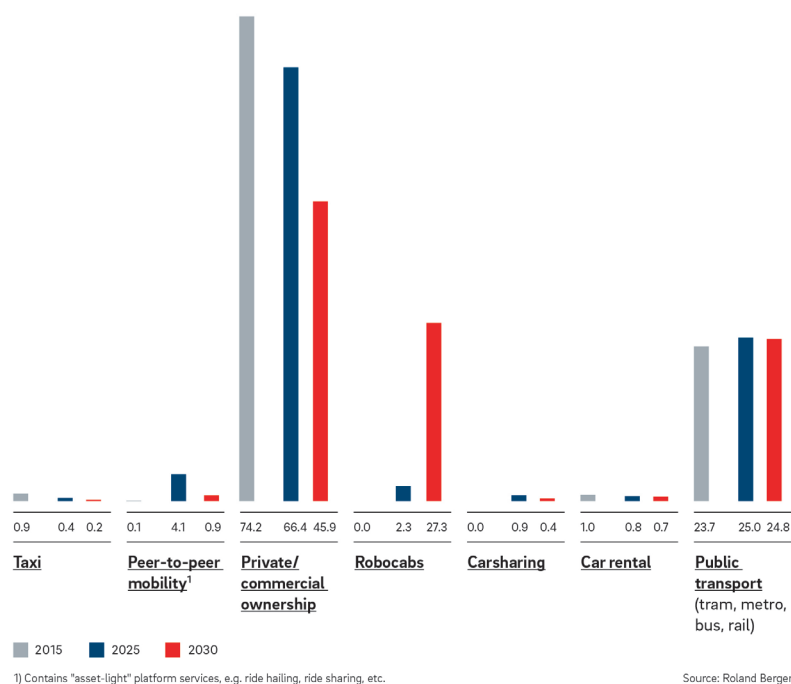
## Transformações no mercado de transportes

As economias e indústrias atravessam um ponto de viragem fruto da digitalização dos produtos e serviços, políticas de sustentabilidade e alteração da relação de posse dos utilizadores com os produtos. Estas transformações levam a que se fale num conceito de indústria automotiva 4.0 referente à convergência das indústrias automotiva, tecnológica e de telecomunicações e as tecnologias autónomas de conectividade e mobilidade partilhada.

A dificuldade de estacionamento, custos de manutenção e consequente tempo de inatividade, assim como o stress associado

à condução, levam a que já se verifique uma diminuição no desejo de possuir um automóvel nos grandes centros, já que a perceção deste tende a passar de uma solução para um fardo.

Neste sentido, os serviços de *ride-hailing* - transportes semiprivados dependentes de plataformas digitais, concorrentes com os táxis tradicionais; Uber, Lyft, Cabify, etc. - têm visto a sua popularidade aumentar nas cidades face aos problemas supracitados. Comparando com os serviços de transporte público comum, estes implicam um premium quer nos custos, quer no conforto e,



### 15. Distâncias percorridas a nível global distribuídas por modos de transporte, e previsão até 2030

Bernhart, W., Winterhoff, M., Hasenberg, J., & Fazel, L. (2016). A CEO agenda for the (r)evolution of the automotive ecosystem. Munich: Roland Berger GMBH. Retirado em Março, 27 de <https://www.rolandberger.com/en/Publications/Automotive-Sector-in-Transition.html>

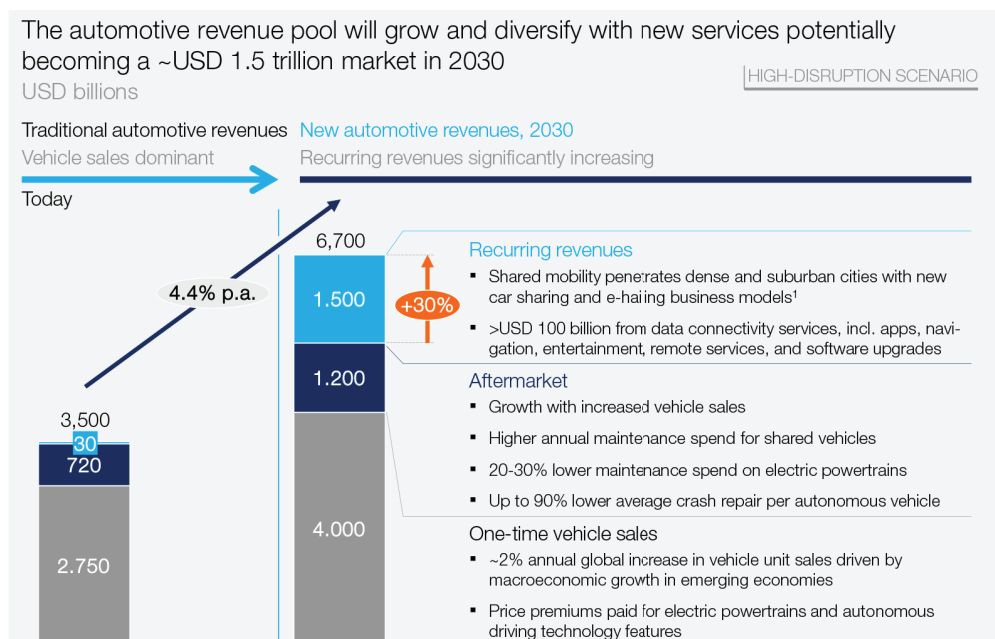
ao mesmo tempo, uma maior flexibilidade de trajeto e velocidade de deslocamento.

As empresas deste espaço já começam a implementar opções de partilha de viagens - com uma redução de custo para os passageiros - e a testar soluções de condução autónoma.

A conjugação da autonomia e partilha de veículos representa uma oportunidade de disrupção do mercado ao abrir espaço para que novos *stakeholders* entrem no mundo automotivo previamente reservado às grandes OEM's. A aposta em sistemas produto-serviço, com uma forte sustentação

em plataformas de gestão digitais, assim como veículos desenvolvidos para os casos de uso específicos, poderá significar que um em cada dez veículos vendidos em 2030 apresentem estas características.

Os VA partilhados poderão responder às dificuldades logísticas do contexto urbano: redução do trânsito, estacionamento, mobilidade especializada (cargas, serviços, viagens diárias etc.) assim como às limitações dos veículos de propulsão elétrica: custos de entrada, períodos de inatividade durante as horas de expediente, carregamento e manutenção. O sucesso destas intenções

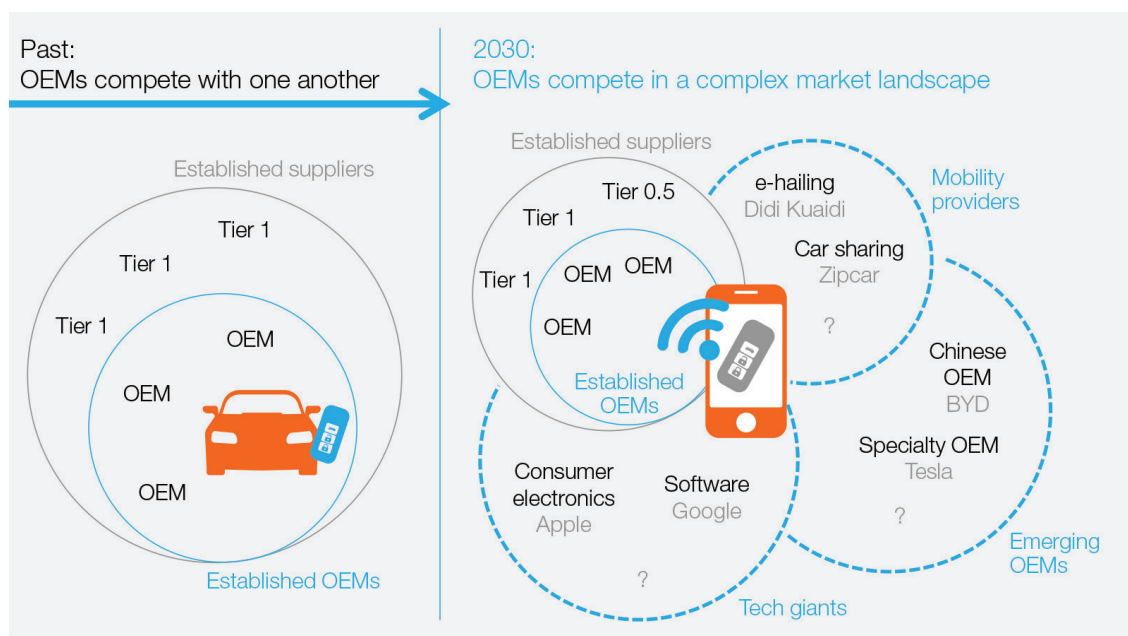


**16. Previsão da evolução da distribuição de receitas no mercado automóvel com o crescimento de serviços de mobilidade partilhada**

dependerá naturalmente da integração em plataformas digitais para que o sistema se auto otimize e esteja o mais acessível possível ao utilizador, assim como a capacidade de criar produtos suficientemente flexíveis que respondam às necessidades específicas dos vários grupos/usos. Vários relatórios de consultoras apontam para um aumento exponencial deste tipo de veículos até 2030 (fig. 15)

A entrada de novos operadores e fabricantes deverá significar uma complexificação do panorama da indústria automotiva e a necessidade para os vários *players* com *know-how* em áreas díspares cooperarem entre si de modo a conseguir competir em vários segmentos simultaneamente. Embo-

ra as competências de engenharia, design, produção e distribuição sejam sempre fundamentais, o desenvolvimento de *software* torna-se cada vez mais num dos maiores diferenciadores, particularmente quando pensamos num mundo altamente conectado e nesta mudança de paradigma para a mobilidade como um serviço. Estas transformações põem também em evidência a mudança do modelo de negócio de modo a criar fontes de receita pós-venda (como os serviços de subscrição, muito em voga no universo do *software*) (fig.16), assim como a necessidade destes veículos serem pensados de modo a estarem preparados para a sua inevitável atualização ou adaptação.



17. Complexificação do mercado automóvel com a entrada de novos stakeholders

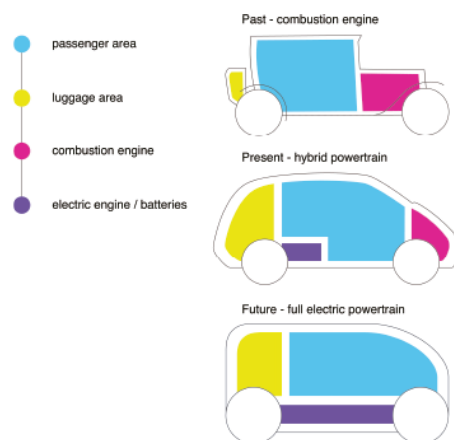
## Conclusões e Redefinição do brief

Como consequência da progressão dos veículos de propulsão a combustão para propulsão elétrica verifica-se a necessidade de alteração da sua arquitetura e proporções. (fig. 18) Tanto a distância entre eixos como a altura global do *chassis* tende a aumentar devido à necessidade de albergar um grande volume de baterias. Também a condução autónoma leva a que o espaço interior, previamente focado no condutor, evolua. Neste sentido, encontra-se um grande número de propostas com organizações do espaço interior com os passageiros voltados para o interior, potenciando a interação entre os mesmos e um ambiente mais próximo de um espaço arquitetural do que automotivo.

Abre-se, também, um leque muito maior de possíveis tipologias de veículos adaptados às várias necessidades com proporções díspares, como no caso do transporte de mercadorias autónomos de altura reduzida - sendo que não há necessidade de adaptação à antropometria do condutor - ou nos veículos de mobilidade urbana de curta duração com altura elevada - com o intuito de transportar passageiros em pé.

Surge, assim, a necessidade de reformulação das proporções clássicas do automóvel, não só devido às exigências funcionais e técnicas, como também pela necessária harmonização estética.

Com base nas tendências previamente identificadas e os *insights* retirados desta



**18. Esquematisação da evolução da arquitetura automóvel com a transição para propulsão elétrica.**

pesquisa, surgiu a necessidade de redefinir o brief inicial de modo a melhor especificar as condicionantes do projeto em questão.

Assumiu-se um caráter meta projetual devido à previsível distância entre o seu desenvolvimento e futura implementação e inevitável evolução contextual. Ou seja, a proposta a desenvolver procurou identificar e definir as principais vantagens, desafios e features do produto numa tentativa de minimizar as principais barreiras de adoção futura.

A pesquisa que incidiu sobre o panorama tecnológico tornou evidente que a proposta deveria explorar as capacidades de propulsão elétrica, condução autónoma e conectividade integradas na plataforma em desenvolvimento pelo CEiiA. Deveria também prever as suas implicações na arquitetura, interação e relação do utilizador com o veículo.

Tendo em conta as transformações comportamentais e tendenciais do mercado previamente identificadas, definiu-se como objetivo alargar a modularidade em produção da plataforma (o *skate* em desenvolvimento é composto por grupos de componentes substituíveis fazendo variar as capacidades e dimensões da mesma) a uma modularidade em uso. Ou seja, procurou-se estudar a viabilidade, desafios e ganhos de um sistema de módulos composto por um skate preparado para receber módulos superiores que atribuíssem características diferentes ao habitáculo e zonas de carga.

Paralelamente e aproveitando o facto de o estágio ter decorrido integrado no gabinete de estilo do departamento de mobilidade, estabeleceu-se o objetivo de propor uma linguagem estética que pudesse vir a ser alargada a vários veículos e casos de uso.

Esta formalização deveria traduzir conforto, dignidade e desejabilidade, assim como um equilíbrio entre segurança, privacidade e potencial de interação social. Deveria, também, adequar-se às estruturas rodoviárias existentes de modo a maximizar a sua compatibilidade e minimizar as alterações estruturais, assumindo-se como um híbrido entre várias tipologias de transporte existentes.

Apesar de não ter sido definido como objetivo inicial, tornou-se também relevante

traçar o perfil de um sistema conectado e modular, assim como da experiência de utilização com o sistema infraestrutural de uma proposta deste tipo.

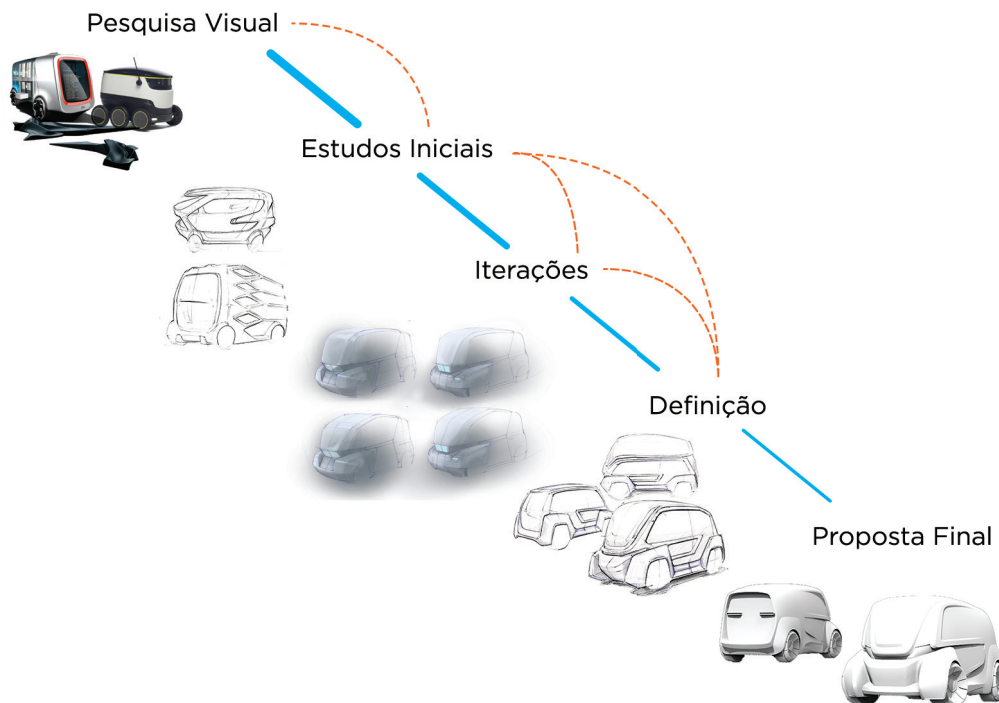
# Processo de Design

A abordagem a este projeto usou métodos de inovação em produto assentes na pesquisa e análise de soluções concorrentes (embora neste caso específico não existam verdadeiros concorrentes diretos implementados no mercado) e de elementos e contexto associados a estas. Desta forma procura-se identificar padrões e tendências que venham a sustentar a validade do projeto final.

Embora se tenha definido um planeamento inicial com elementos-chave associados a datas de revisão de modo a garantir a progressão, o processo decorreu de forma muito mais orgânica do que sequencial. Este facto - já expectável - deve-se á neces-

sidade constante de reformular e recentrar o projeto quando surgem novas informações ou conclusões, iniciando-se um novo ciclo iterativo.

Foi dado acompanhamento por parte dos responsáveis de departamento no CEiiA em reuniões e apresentações pré-estipuladas, assim como apoio mais informal e respetivo *feedback* pelos mesmos e todos os colaboradores do gabinete de estilo. Paralelamente, foi também importante o apoio dado quer pelos orientadores, quer pelos designers Boris Fabris e Martin Lucarelli fazendo uso de plataformas digitais para a partilha e discussão crítica das várias iterações.



19. Representação do proceso de design



## Pesquisa Visual

Identificadas as principais motivações deste projeto e feitos os devidos ajustes ao briefing, foram criados vários painéis com imagens de referência. Estes foram agregados em categorias possibilitando a análise e comparação de forma intuitiva.

As categorias escolhidas englobam veículos com funções semelhantes e diferentes do projeto, ambientes em que o produto final se pudesse vir a inserir, materiais arquiteturas e interfaces aplicados em conceitos emergentes e fontes de inspiração indiretas



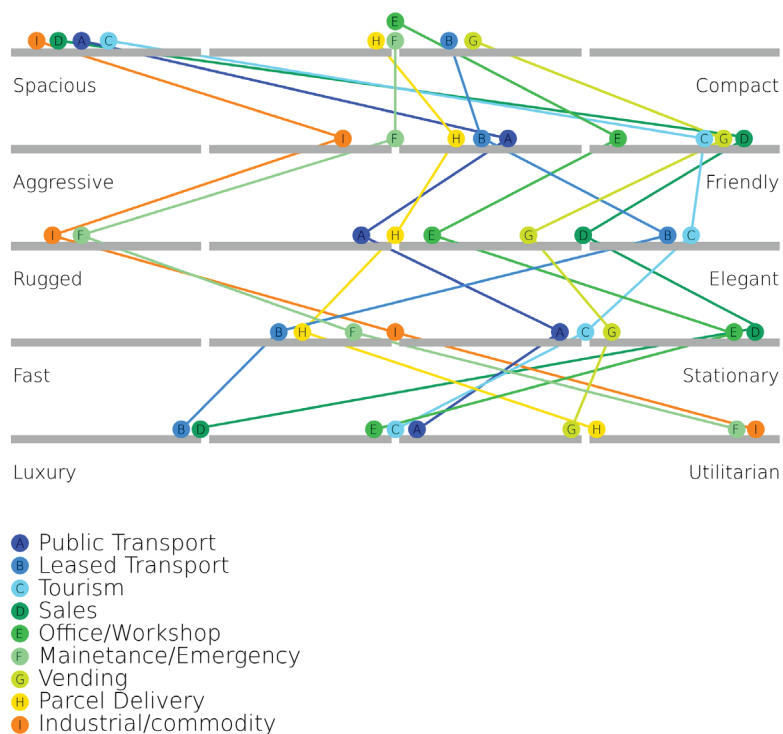
20. Boards de referência

como arquitetura ou veículos conceituais. Esta categorização foi feita na tentativa de identificar características que se repetissem em cada grupo, relacioná-las com a pesquisa prévia e, posteriormente, definir possíveis caminhos para o desenvolvimento que incorporassem estas features e linguagens estéticas.

Tendo uma base de referências visuais significativa foi feito um exercício de interpretação qualitativa com base em técnicas de *shape-coding*. Estas técnicas têm essencialmente como objetivo identificar padrões formais num dado grupo de objetos

catalogando-os por afinidade visual. Ao expressar estes padrões em diagramas poderá ter-se uma melhor compreensão da relação entre carácter formal e cada uma das funções.

A comunicação verbal torna-se assim mais fácil, por se recorrer a este conjunto de termos para se discutir o carácter formal das propostas futuras – algo que nem sempre é intuitivo. Por outro lado, facilita também o posicionamento do produto final com recurso aos eixos e à posição em que cada um dos grupos estudados se encontra.



21. Diagrama de síntese dos resultados do exercício de shapecoding

## Sketches Iniciais

Ao longo de todo o processo a ferramenta mais usada foi sem dúvida o desenho face à necessidade constante de testar e iterar rapidamente conceitos assim como comunicá-los eficazmente.

Numa fase inicial, procurou-se com estes sketches testar um grande leque de soluções que comunicassem elementos estéticos e funcionais identificados na pesquisa visual. Neste sentido, possuem uma escala pequena e pouco detalhe focando-se apenas nas linhas e manchas principais reduzindo o tempo despendido e sintetizando a linguagem formal.

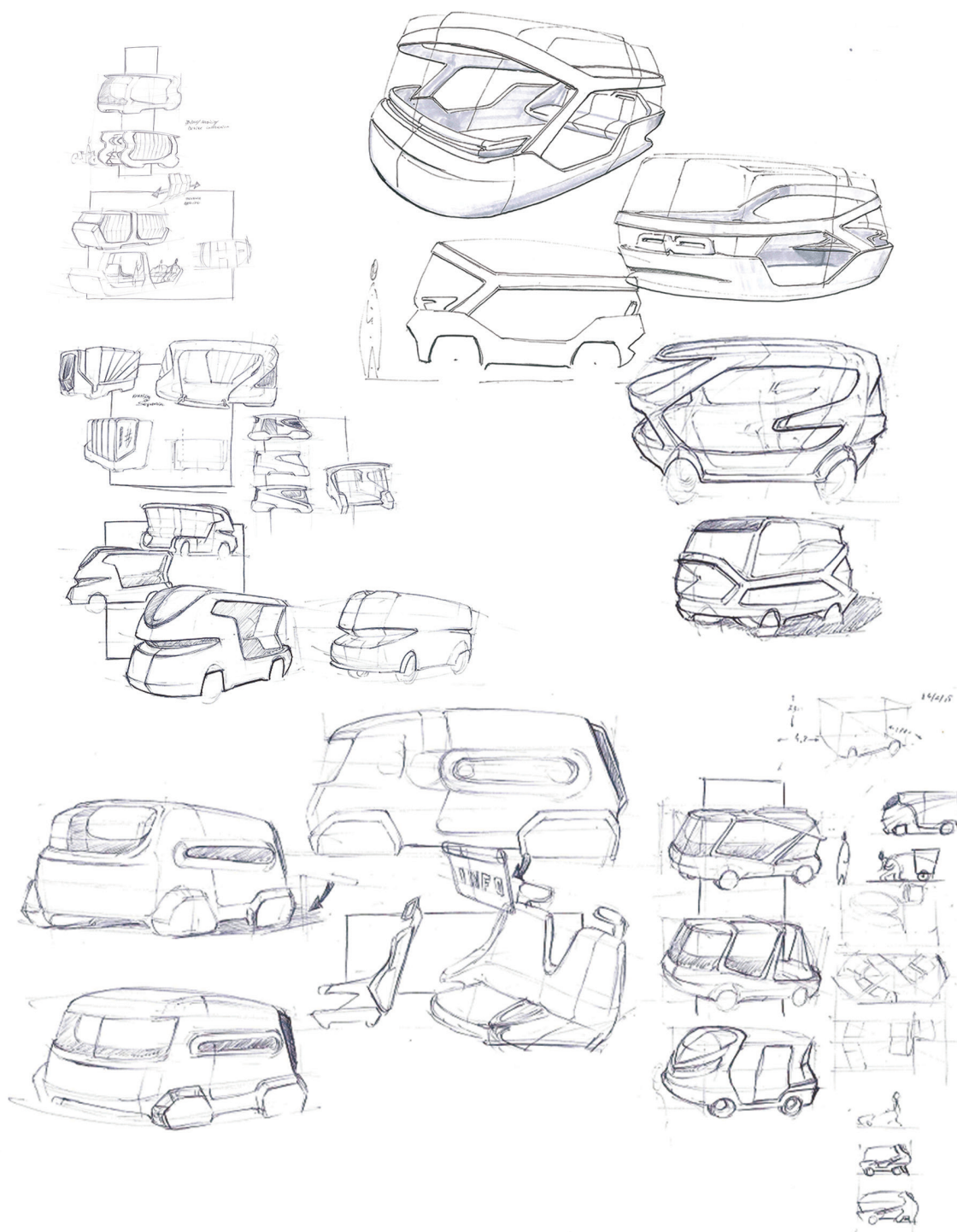
Analisando as propostas resultantes deste exercício exploratório, assim como a pesquisa visual, revelaram-se três linguagens distintas: decorrente automotiva e veículos de transporte público; inspirada em estruturas arquiteturais e equipamentos asso-

ciados; e uma terceira fruto de variações da geometria paralelepipedica.

Foi também testada nesta fase, ainda que de forma preliminar, a possibilidade de desenhar um veículo com características modulares, mantendo uma linguagem coerente em todas as combinações possíveis.







22. Esquissos iniciais

## O Habitáculo

Tornou-se evidente que a relação do utilizador com o tipo de veículo a propor seria inevitavelmente diferente comparando com os automóveis atuais. Se a relação de posse - ou *ownership* - e a forma como o utilizador se revê no carácter do automóvel é um dos fatores mais importantes na escolha do veículo a adquirir atualmente, o conforto assim como possibilidade de realizar as atividades individuais ou em grupo, ganharam maior destaque com o advento das soluções de mobilidade partilhada.

A previsível transformação da arquitetura interior num micro espaço público, assim como os desenvolvimentos tecnológicos - como os materiais inteligentes, conectividade, entre outros - levantaram alguns pontos de tensão: Devemos privilegiar a privacidade, visibilidade (do ou para) o exterior, ou a interação entre os ocupantes? Como se configurarão os HMI (*human-machine interfaces*)? O controlo será feito pelos dispositivos móveis individuais ou em interfaces dedicados? Deverá o interior ser transformável, com sistemas móveis como nas actuais autocaravanas, ou “ambíguo” no sentido dos elementos serem suficientemente flexíveis para poderem ser utilizados/apropriados dependendo das intenções do utilizador?

Foi feito um levantamento das funções e features associados aos problemas de logística urbana sintetizado em diagramas,

numa tentativa de organizar o espaço em função das mesmas. Posteriormente, foi feita também a exploração através de sketches de várias propostas de formalização, assim como um package simplificado em que se definem as dimensões globais do veículo.

Estas foram definidas partindo da escala humana e a sua relação com as características previamente assinaladas, tendo no entanto o cuidado de se manterem compatíveis com as infraestruturas rodoviárias. Assumiu-se um número máximo de 8 ocupantes no caso de uso de transporte de curta distância, já que pela experimentação se concluiu que seria o mais flexível. Ou seja, este número de ocupantes permite organizar um espaço interior compatível com as medidas exteriores definidas, tanto para gerar um grande espaço comum, como dividi-lo em micro espaços permitindo a interação entre grupos distintos no mesmo veículo.

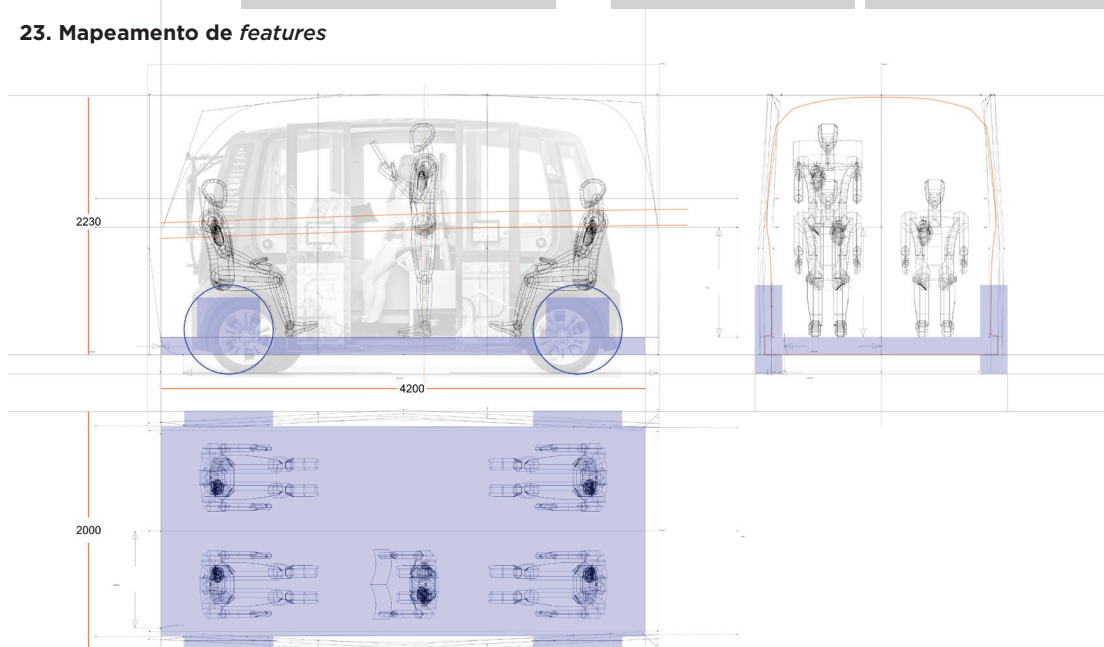
Numa fase posterior, e numa tentativa de criar um modelo demonstrador que incluísse soluções para os vários casos de uso na proposta final, assumiu-se também uma tipologia híbrida que oferecesse a possibilidade de transportar até 4 passageiros em pé e 4 passageiros sentados.

Foram apresentadas várias propostas que podem ser organizadas em dois grandes grupos.

	Entrances				Control Interface					
					Entrance	External Cargo/Locker	Etc.	Entrance	Internal Seated pos.	Etc.
Short-Route Transport	■	○		○	■	○		■	■	
Long-Route Transport	■	○		○	■	■		■	■	
Tourism	■	○		○	■	■		■	■	
Mobile Office	○	○	○	○	■			■	■	
Parcel Delivery	■	■		■	■	■		■	■	
Store/Service	○	○	○	○	■			■	■	■
Workshop/Maintenance	■	■	○	○	■	■	■	■	■	
Point-of-Sale / Vending						■				■
Parcel Delivery						■				
Bulk Cargo	■	■		○	■	■	■			
Industrial	■	■		○		■	■			

	Passengers			Cargo			Complimentary Transport?
	0-2	2-4	4-8	Personal	Bulky	Commodities	
Short-Route Transport			■	■			○
Long-Route Transport		■		■	■		■
Tourism			■	■			
Mobile Office		■		■	■		
Parcel Delivery	■			■		■	■
Store/Service	■			■		■	
Workshop/Maintenance	■			■	■	■	
Point-of-Sale / Vending						■	
Parcel Delivery						■	■
Bulk Cargo						■	
Industrial						■	■

### 23. Mapeamento de *features*



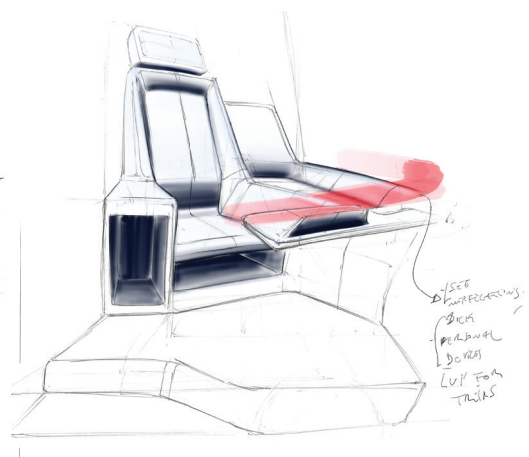
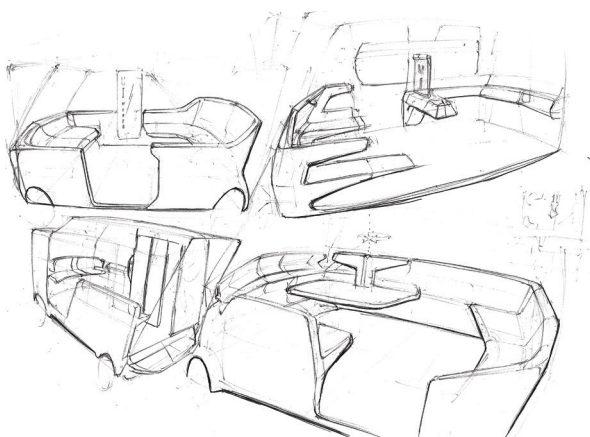
### 24. Diagrama com medidas de atravancamento da plataforma e proposta de volumetria geral

O primeiro, de certa forma mais conservador na sua linguagem, visou reinterpretar os elementos ligados a produtos automotivos e da aeronáutica. Integrava assim elementos verticais que limitassem o campo de visão numa tentativa de criar mais privacidade quando associados a assentos com movimentos lineares/giratórios, e também elementos horizontais móveis para a realização de atividades de trabalho ou entretenimento.

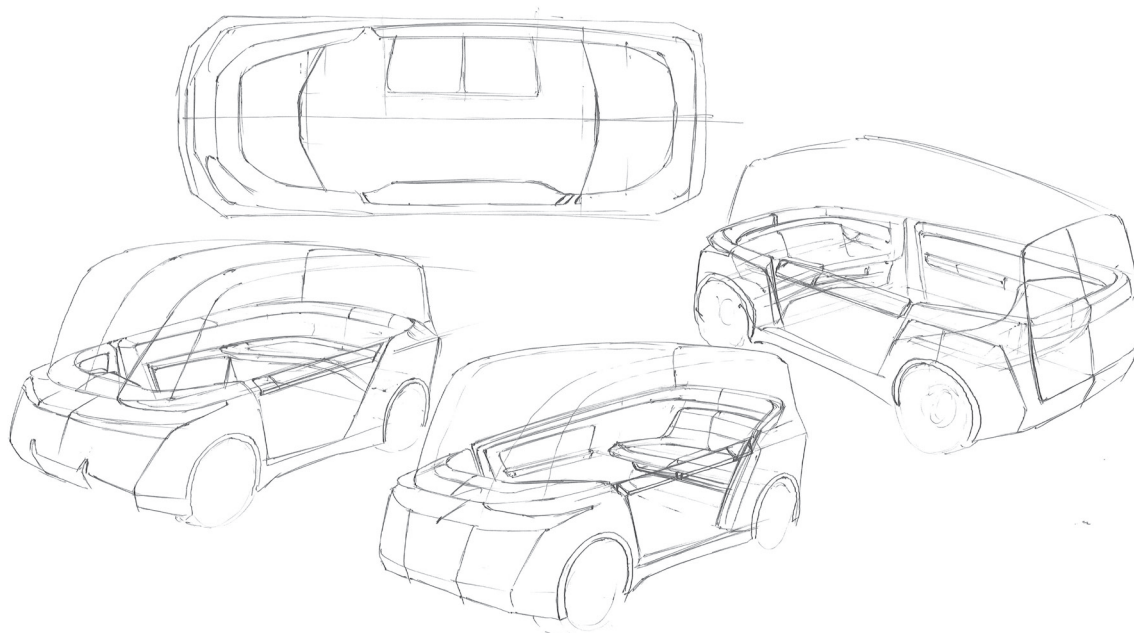
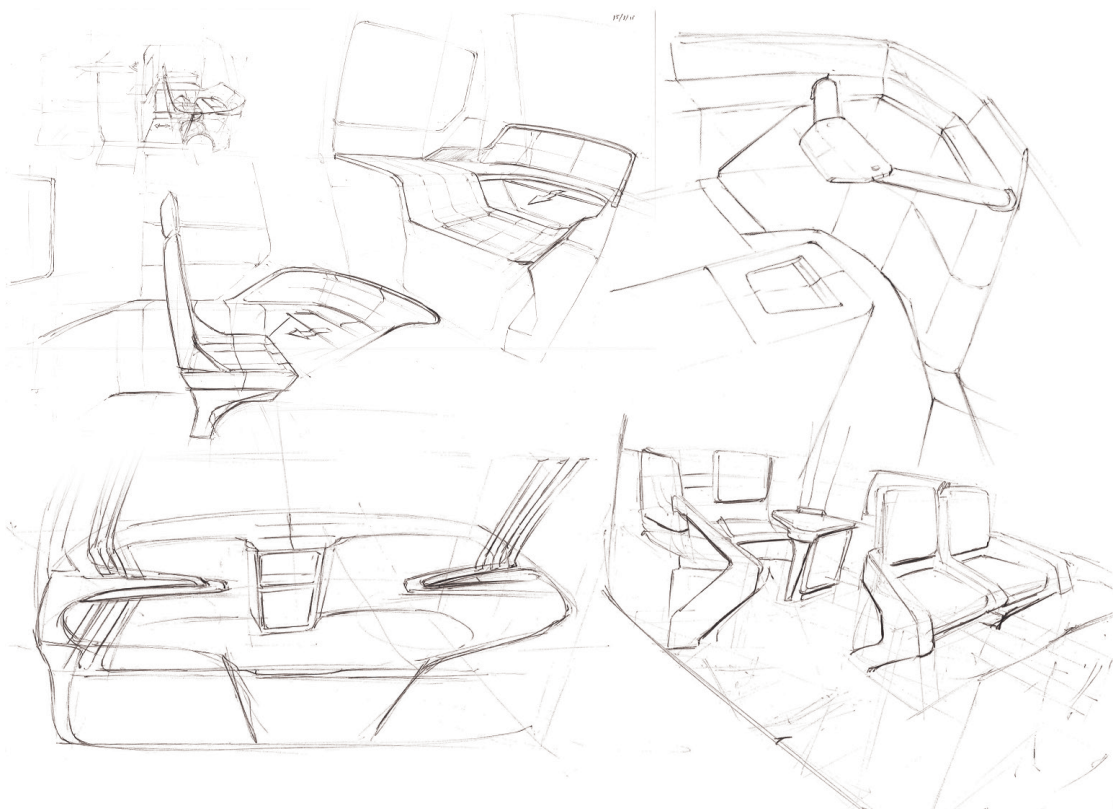
O segundo grupo caracterizou-se por referenciar elementos associados a espaços arquiteturais nomeadamente salas de estar e mobiliário urbano sem grande definição da posição do utilizador. Foram exploradas formas de sentar planas com uma geometria que permitisse a orientação multidirecional dos passageiros. Desta forma procurou-se proporcionar aos passageiros uma escolha intuitiva de como se apropriar do espaço orientando-se para os outros ocupantes ou no sentido contrário,

potenciando a interação ou criando uma sensação de privacidade.

O trabalho desenvolvido até esta fase foi apresentado e discutido em reuniões internas do departamento, tendo sido dado o feedback de que os resultados eram válidos e que o projeto poderia progredir misturando elementos das linhas de pensamento distintas numa só proposta. Face ao carácter conceptual do projeto, bem como à necessidade de haver uma posterior análise e ajuste com uma equipa mais alargada de engenharia e design para a sua eventual implementação, considerou-se prioritário partir da exploração do interior para criar uma proposta de estilo exterior mais detalhada.



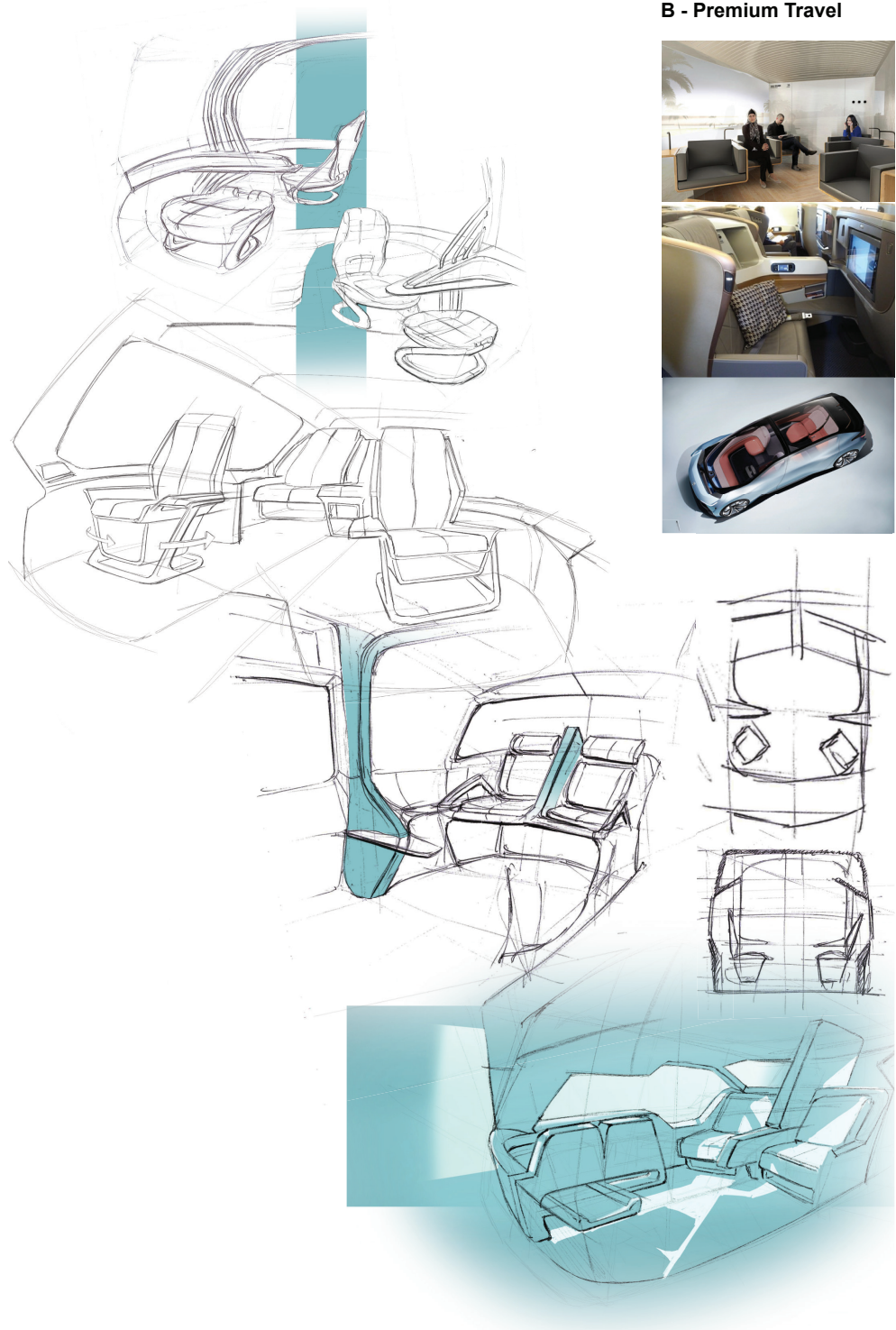
**25. Esquissos de interior5**



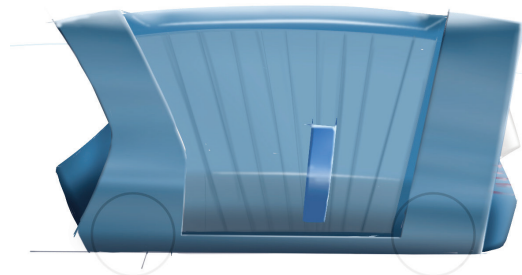
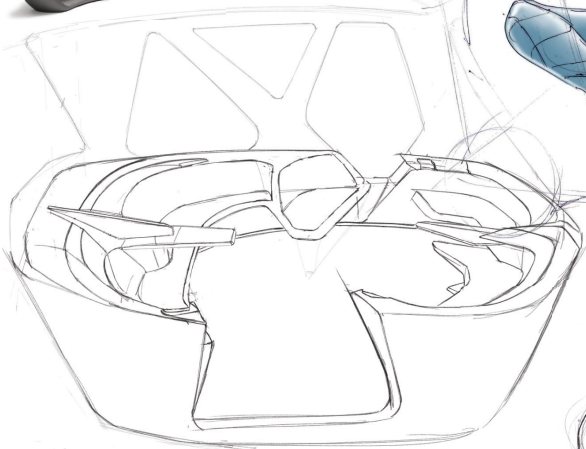
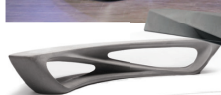
**26. Esquissos de interior e relação com exterior**



## B - Premium Travel



## A - Lounge

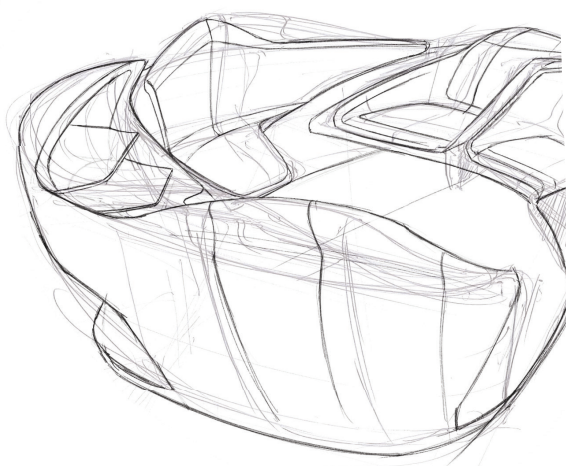
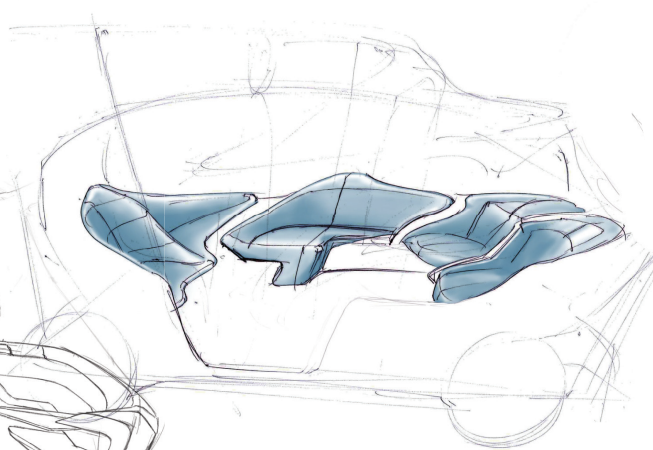
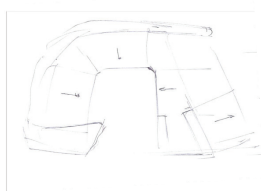
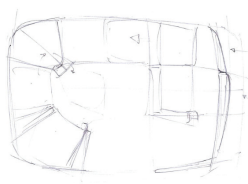


## Suburban

Travelling periods 1h+  
Up to 4 Persons  
Provides privacy or group interac

**Features:**  
Comfortable Seating  
Horizontal Surfaces  
Personal Items Storage

**Nice to have:**  
Premium feeling  
Shared Workspaces  
Complementary Transport (addon)  
Cargo Transport (addon)

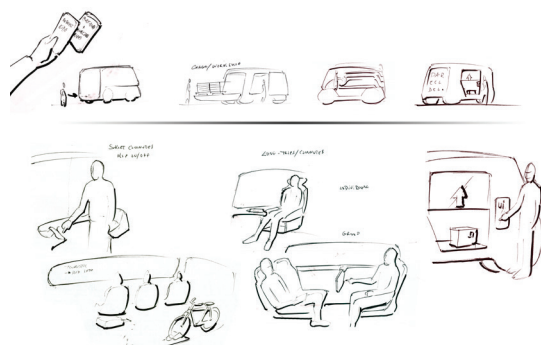
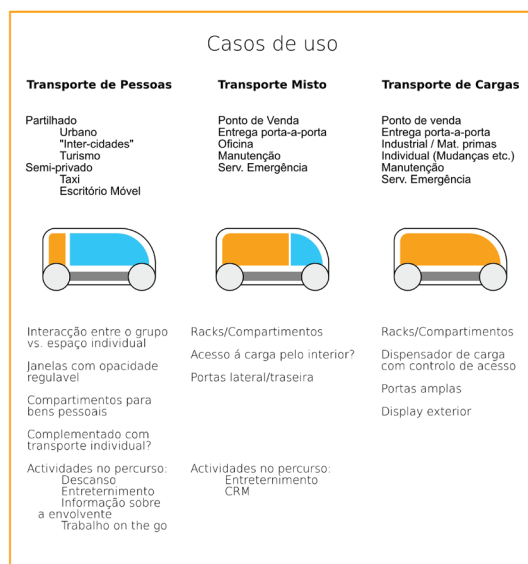


## 27. Comparação de linguagens para o habitáculo

## Serviço e experiência de utilização

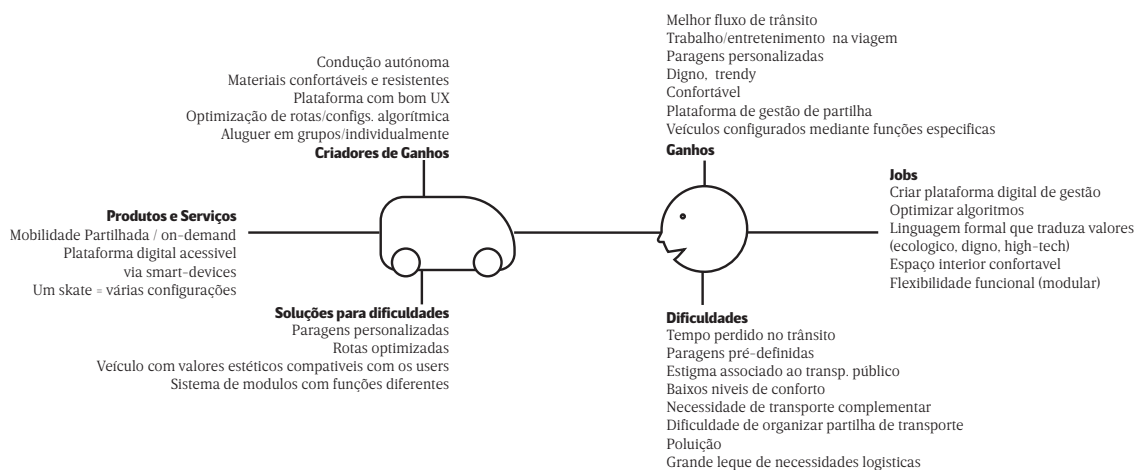
Assumindo-se que o veículo a propor seria modular e configurável durante o seu uso, adequando-se às várias funções de logística identificadas, tornou-se relevante definir os traços gerais do serviço nomeadamente as infraestruturas de que dependeria e como poderiam os utilizadores interagir com o mesmo. Para tal, foram feitos vários *storyboards* com o intuito de identificar

os pontos de contacto do utilizador com a plataforma, e um mapa de proposta de valor (value proposition canvas). Este exercício procurou adequar este serviço/produto às necessidades dos utilizadores definindo uma proposta de valor com base não só nas capacidades técnicas, como também nos desejos do *target*.



### 28. Features identificadas por caso-de-uso

### 29. Storyboards



### 30. Mapa de proposta de valor

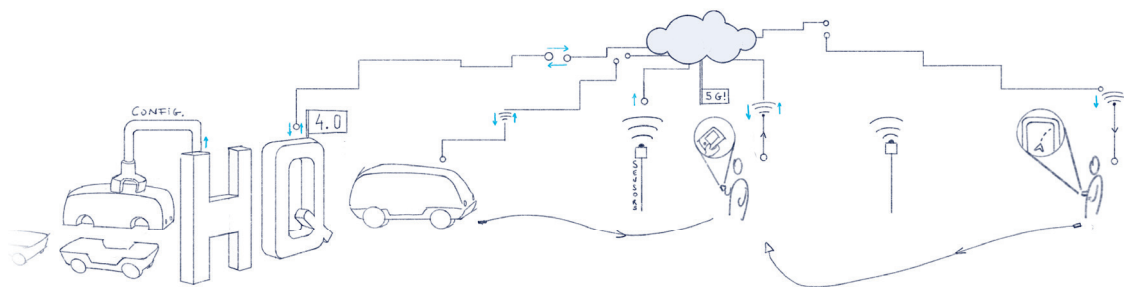
Conclui-se que grande parte da interação utilizador-sistema pudesse ocorrer através de dispositivos inteligentes móveis, já que estes estão altamente generalizados. No entanto, salvaguarda-se a possibilidade de existirem interfaces específicos para o efeito no veículo e/ou em estações espalhadas no meio urbano ainda que limitados às funções fundamentais de modo a descomplicar a experiência de uso.

Outro ponto de stress observado foi a comunicação entre o veículo e a envolvente. Se atualmente há uma negociação natural entre condutores e peões/ciclistas, com a condução autónoma retira-se este fator humano. Como tal, conclui-se que o veículo desenvolvido deveria ter suporte para um novo código de comunicação visual e sonora.(fig. 32)

Assim, propôs-se um serviço mobilidade gerido por uma plataforma digital que recolhe e envia dados dos utilizadores, veículos e da cidade em si (através de sensores, GPS). Esta plataforma implementaria algoritmos que analisassem os dados para

configurar os veículos e o seu percurso, otimizando o fluxo de trânsito e a sua adequação às funções necessárias ao longo do dia nos vários pontos geográficos.

Para a implementação recorrer-se-ia a tecnologias de IOT / sensorização para recolha de dados, conectividade de alta velocidade (5G) para a sua comunicação, inteligência artificial para a sua análise e de robótica para a configuração sem intervenção humana. Assim, esta solução teria como obstáculos a maturidade tecnológica e a complexidade da sua implementação, assim como a necessidade de criar infraestruturas próprias para o efeito em vários pontos das cidades. Por outro lado, teria a mais-valia de apresentar soluções altamente otimizadas para os vários desafios de logística urbana. Também se previu que esta poderia ser implementada de forma faseada ou seja, criando um produto mínimo viável mas compatível com atualizações posteriores á medida que novas funcionalidades sejam validadas.

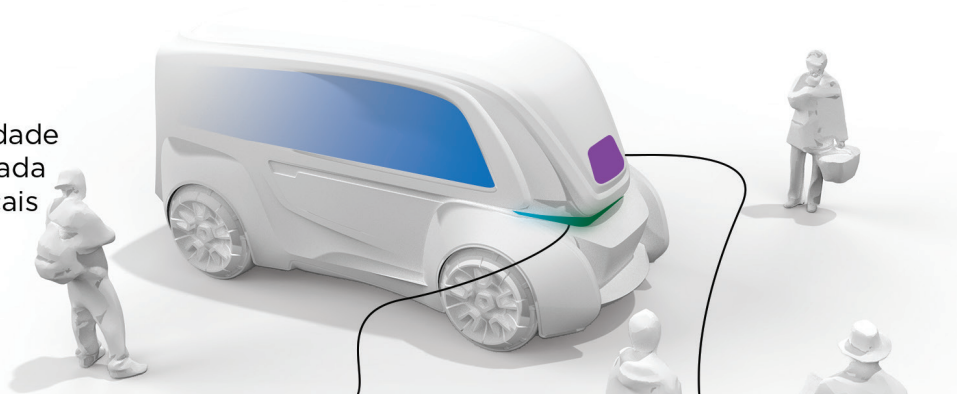


**31. Ilustração do sistema de suporte ao serviço proposto**



**Ecrã translúcido  
com gráficos AR**

informação&publicidade  
altamente direccionada  
consoante users/locais

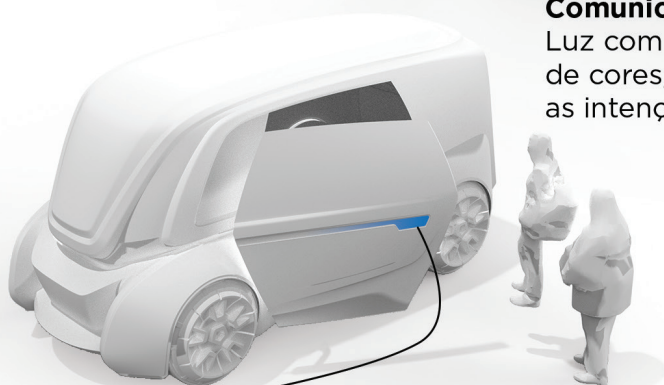


**Comunicação intuitiva**

Luz com Código  
de cores; informa  
as intenções do veículo

**Comunicação  
de proximidade**

Símbolos, texto;  
informa as intenções  
do veículo

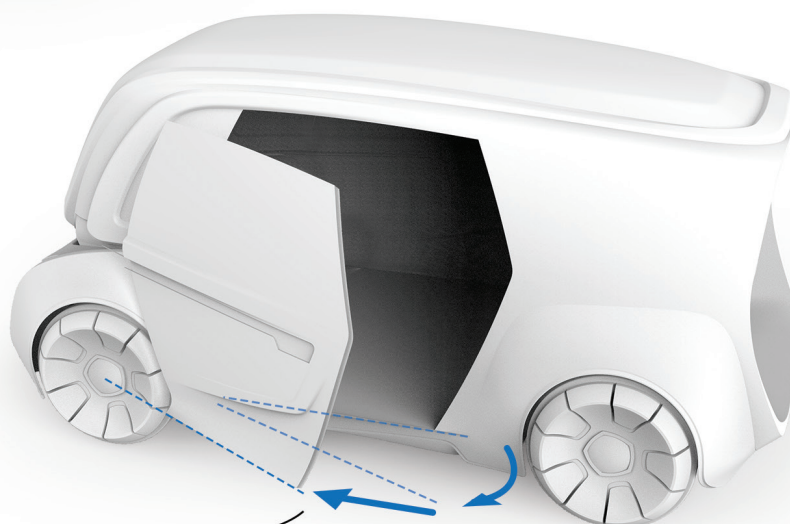


**UI Touchscreen**

Info. e autenticação

**Mecanismo  
pivotante/deslizante**

Carácter *premium*,  
mantendo a  
entrada ampla



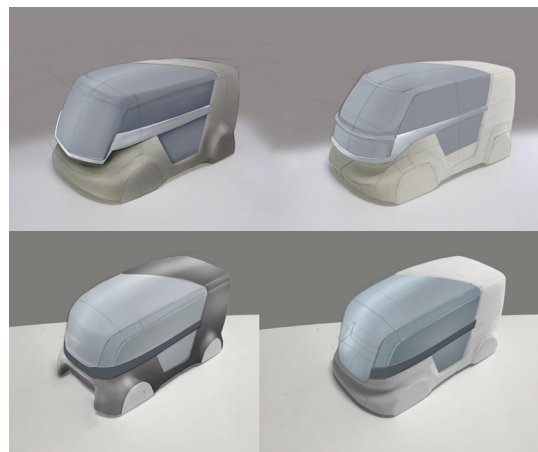
32. Interface com envolvente, de autenticação e entrada.

## Modelos de Volume

A construção de maquetes a uma escala reduzida foi também uma ferramenta transversal a todo o projeto pela possibilidade de manipular tridimensionalmente a volumetria.

Foi usada espuma de poliuretano por permitir a remoção de material rapidamente mantendo alguma qualidade superficial, assim como desenhar diretamente no modelo criando uma guia para posterior refinamento ou discussão.

Se numa primeira fase estes modelos serviram essencialmente, tal como os esboços iniciais, para a exploração livre da forma sem grandes constrangimentos funcionais ou de escala, gradualmente adquiriram maior definição tornando-se mais úteis para testar e apurar as soluções. Facilitaram também a discussão e apreciação crítica nos momentos de apresentação, reunião ou interação informal por permitir visualizar e comparar as várias iterações. Foi também utilizada a capacidade de prototipagem rápida por FDM - *fused deposition modelling*; impressão 3D obtida pela extrusão de termoplásticos em filamento - numa fase posterior para analisar e validar modelos CAD preliminares. Todos estes modelos sendo fotografados e usados para testes rápidos através de edição de imagem e desenho por meios digitais.



**33. Modelos de volume impressos por FDM, e posterior desenvolvimento por esboço digital.**



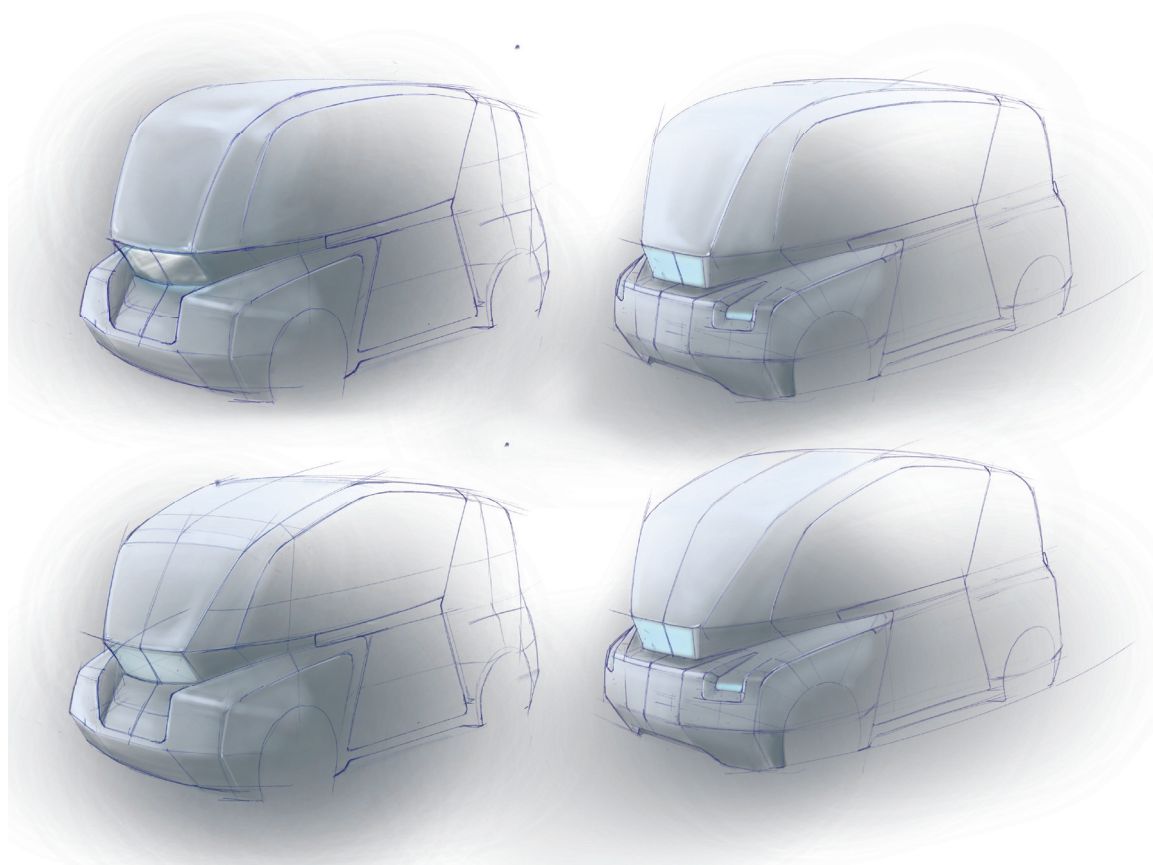
34. Modelos de volume em espuma de poliuretano



## Iterações

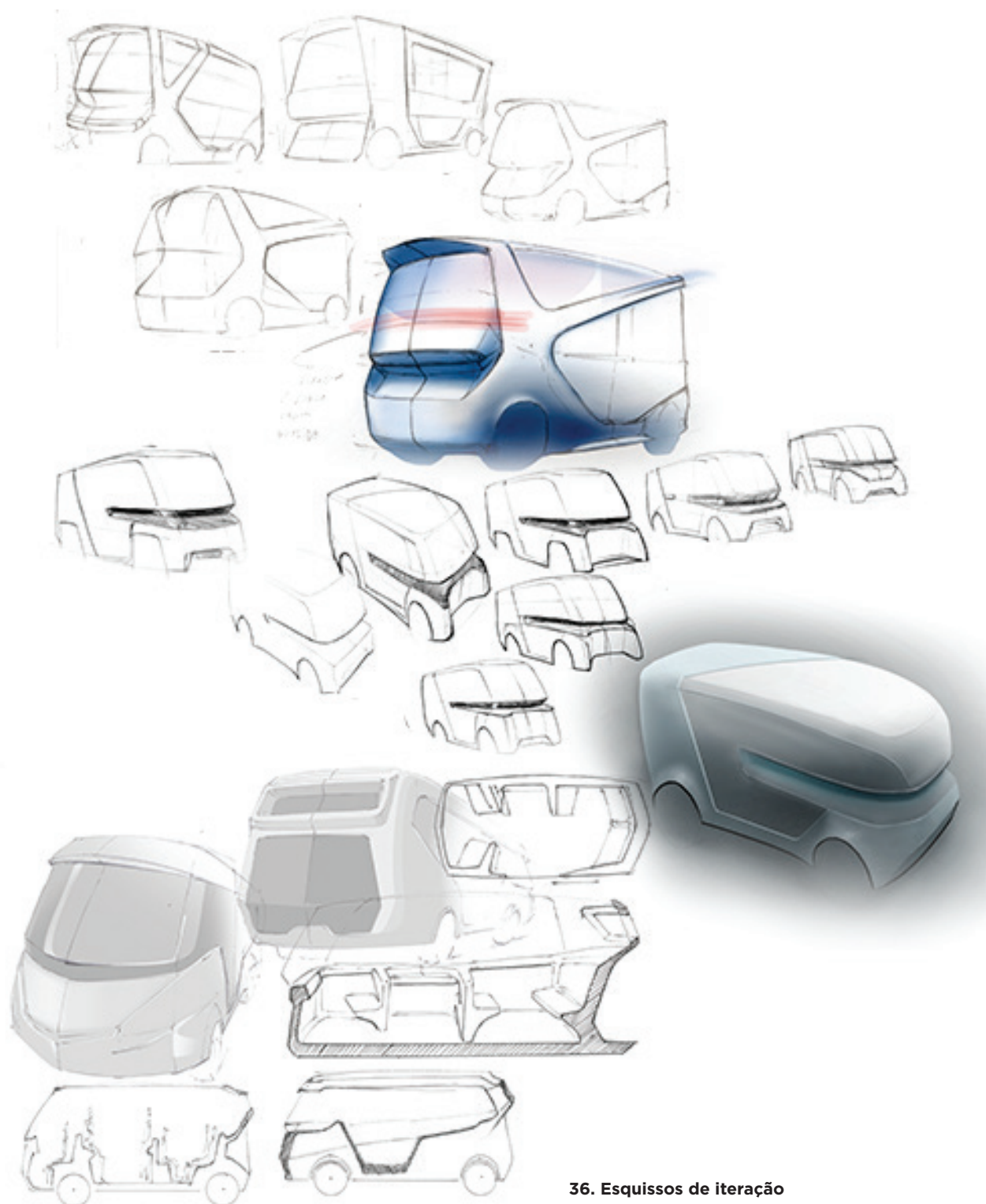
As intenções, definidas quer pelos esquisos iniciais quer nos primeiros modelos em espuma de exploração de forma, foram aprofundadas em vários ciclos iterativos. Esta abordagem procurou controlar melhor a forma e atribuir uma maior fidelidade aos desenhos iniciais, mantendo no entanto uma grande abertura quanto às várias possibilidades. As propostas foram também testadas com configurações diferentes afe- rindo o seu potencial de existirem como um sistema de vários módulos configuráveis com características funcionais adequadas a

cada caso de uso, mantendo uma coerência de linguagem formal. Paralelamente foi, também, simulada a relação entre estes desenhos e os interiores já explorados.



**35. Render manual digital de iteração**



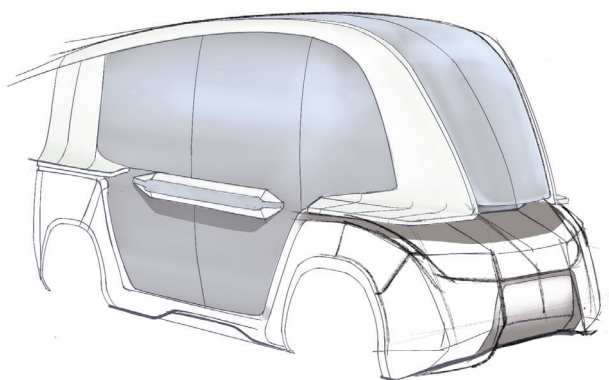
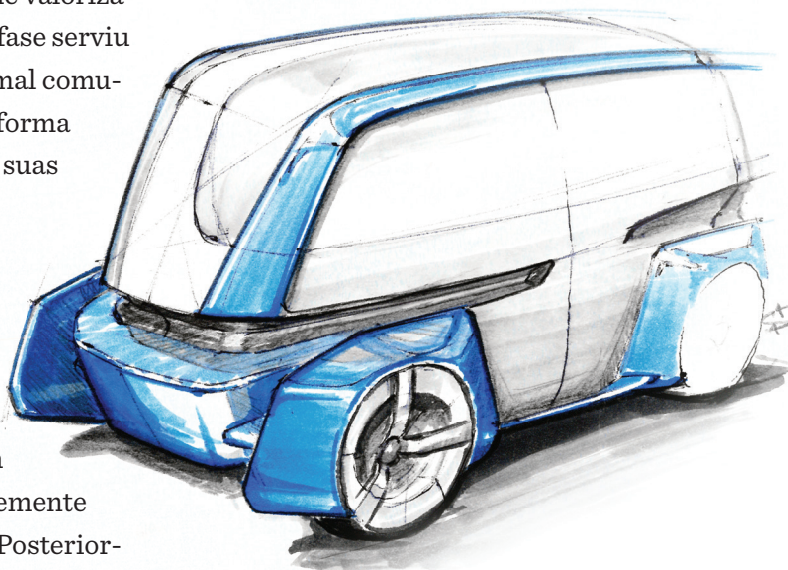
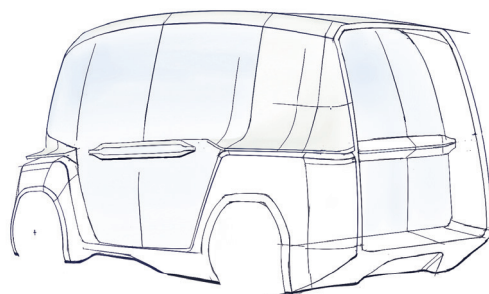


36. Esquissos de iteração

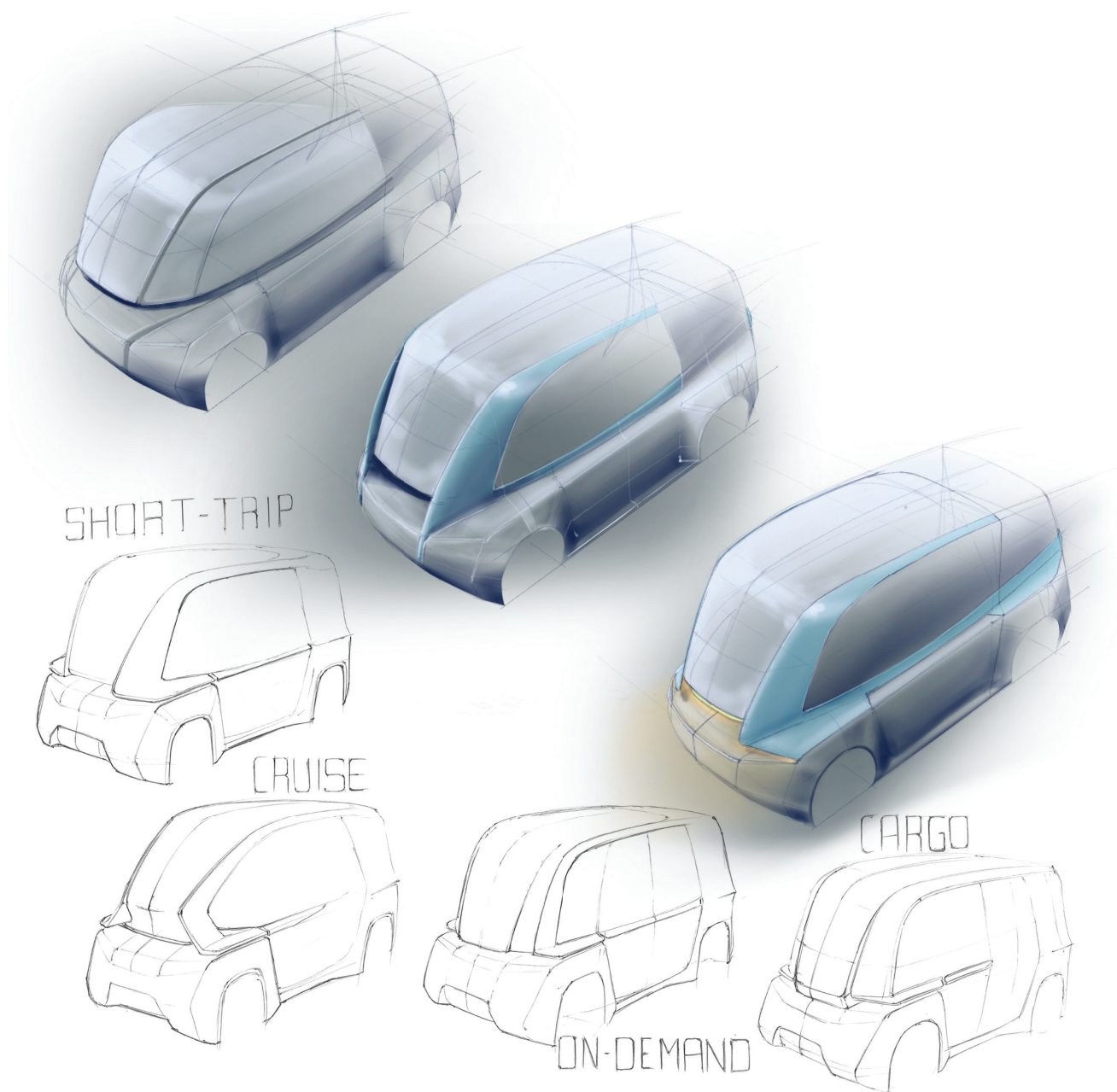
## Definição Formal

Aproximando-se o final do processo, foi escolhida uma das linguagens anteriormente exploradas de modo a refiná-la e detalhá-la mais aprofundadamente. Foram criadas diversas variações da linguagem escolhida procurando atribuir-lhe um caráter o mais icônico possível, respeitando as condicionantes e objetivos previamente definidos. Foi definido no *brief* que uma identidade forte seria um fator de valorização do produto e, portanto, esta fase serviu para maximizar a coerência formal comunicando os valores definidos de forma transversal a todo o sistema nas suas várias configurações.

Assim, recorreu-se quer ao render manual, quer modelos CAD em *softwares T-splines*. Estas técnicas permitem a visualização e manipulação das superfícies de forma rápida com alguma fidelidade e consequentemente ciclos mais rápidos de iteração. Posteriormente, para validar estas propostas com maior assertividade foram também feitos modelos de superfícies *nurbs*, cuja criação é mais lenta mas permite um maior controlo da forma.

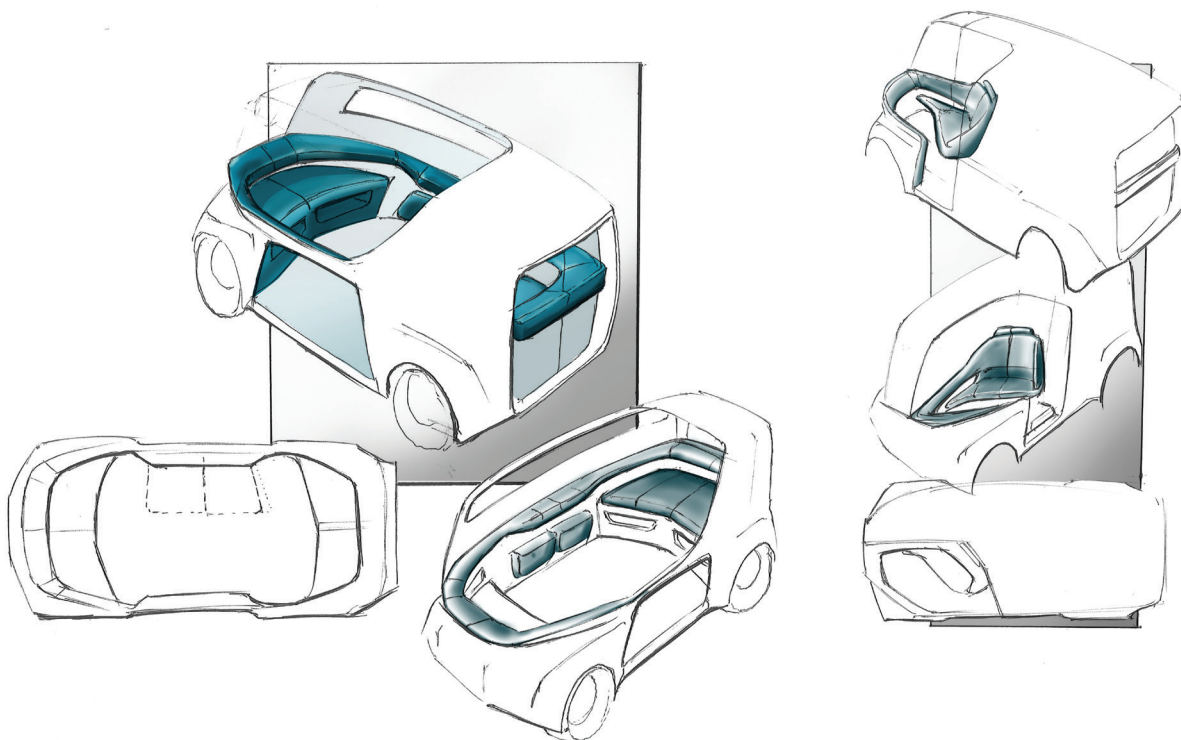


37. Esquissos de definição formal

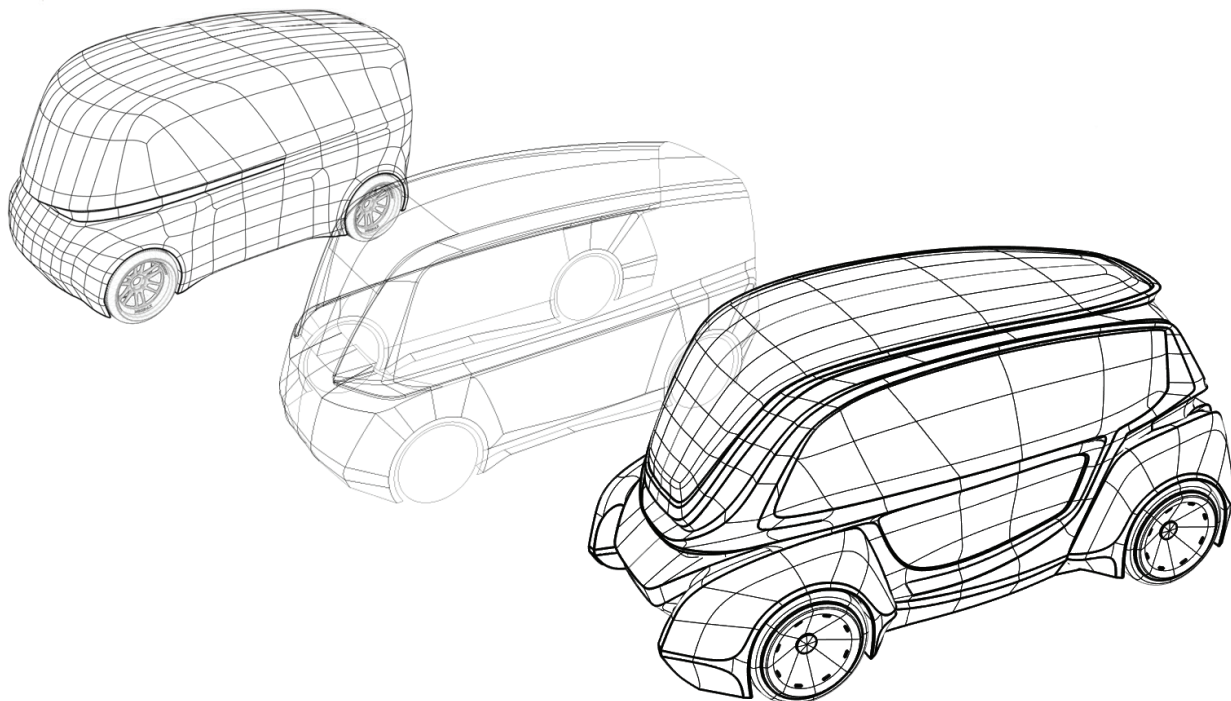


**38. Definição de linguagem formal e teste com várias funções.**





**39. Teste de soluções de interior com a linguagem formal escolhida**



**40. Evolução dos Modelos CAD t-splines e nurbs**

## Proposta de Estilo

Conforme pretendido no *briefing* inicial, foi elaborada uma proposta formal com o intuito de comunicar os valores previamente definidos. Para tal, foram feitos *renders* manuais para exprimir o comportamento desejado das superfícies, usados como referência para a criação de um modelo de superfícies mais detalhado. Tendo sido assumido que este modelo final teria um carácter meta projetual, deveria primariamente exprimir a linguagem formal desejada, ainda que se tenham respeitado os constrangimentos funcionais e ergonómicos previamente definidos.

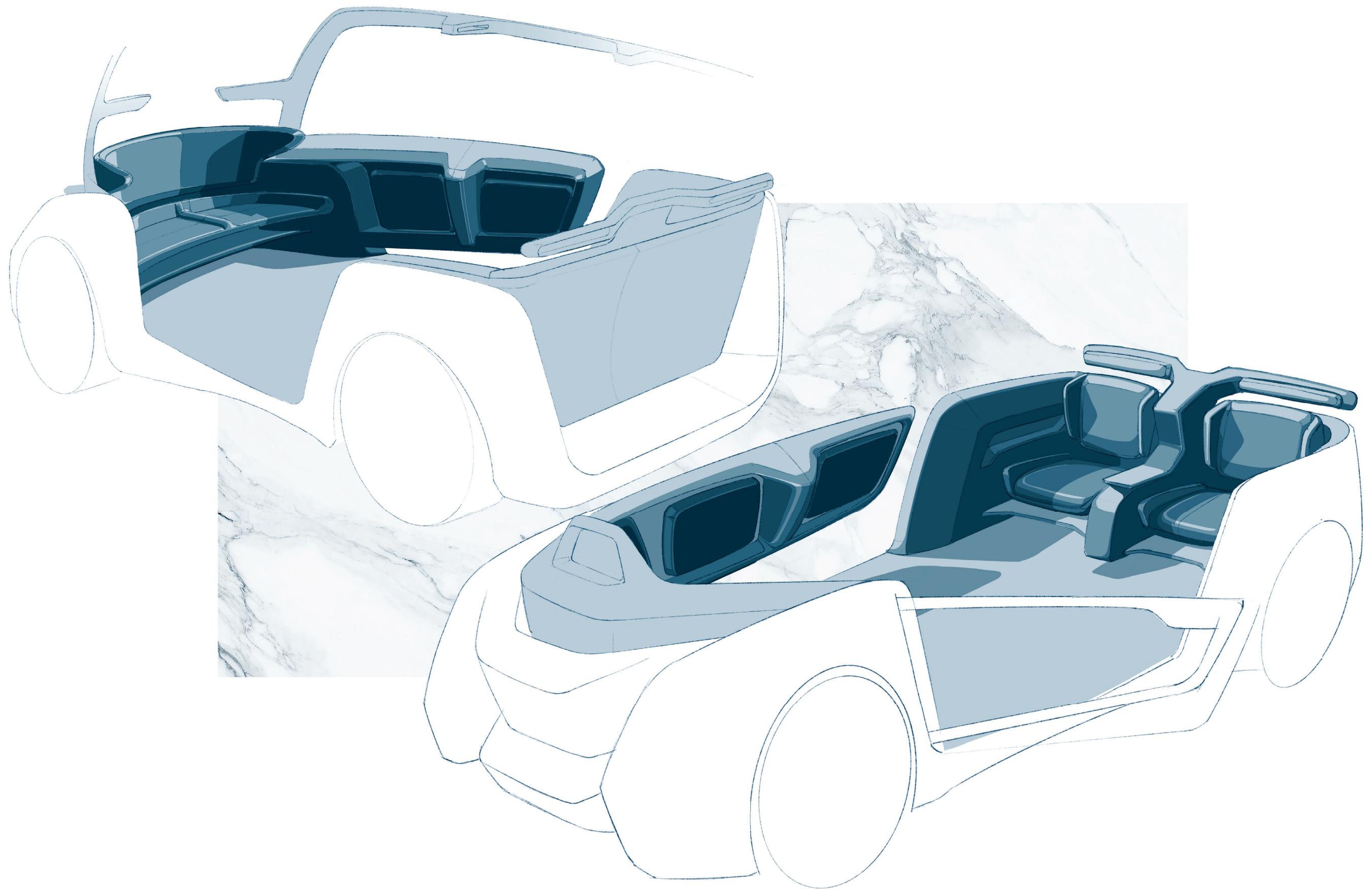
Houve um particular foco no desenho do skate já que este deveria estar preparado para ser usado em várias configurações. Em última análise, este estaria sujeito a uma restrição formal para que pudesse não só ser compatível com todos os módulos superiores, como também não competir com os diferentes tipos de personalidades atribuídas a cada um deles.

Os *sketches* e modelo CAD de superfícies finais refere-se à tipologia de transporte de pessoas de curta duração em ambiente urbano, procurando proporcionar ambiente de equilíbrio entre a privacidade e o controlo ecológico e sensação de segurança inerente. Pretendeu-se, também, com esta proposta propor uma linguagem forte que pudesse vir a ser estendida a todo um sistema de veículos, interfaces e equipamentos criando numa tentativa de acrescentar valor num mercado que se prevê que venha

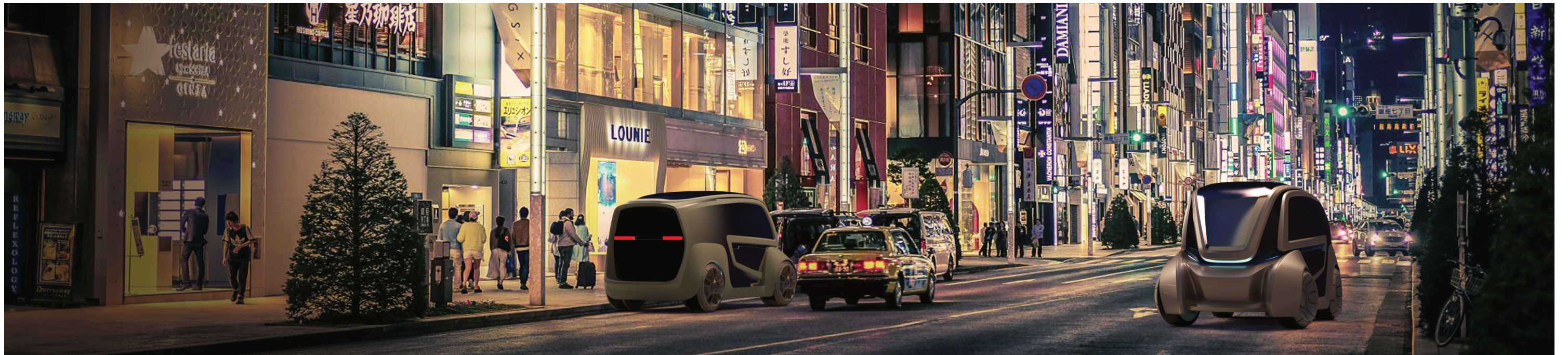
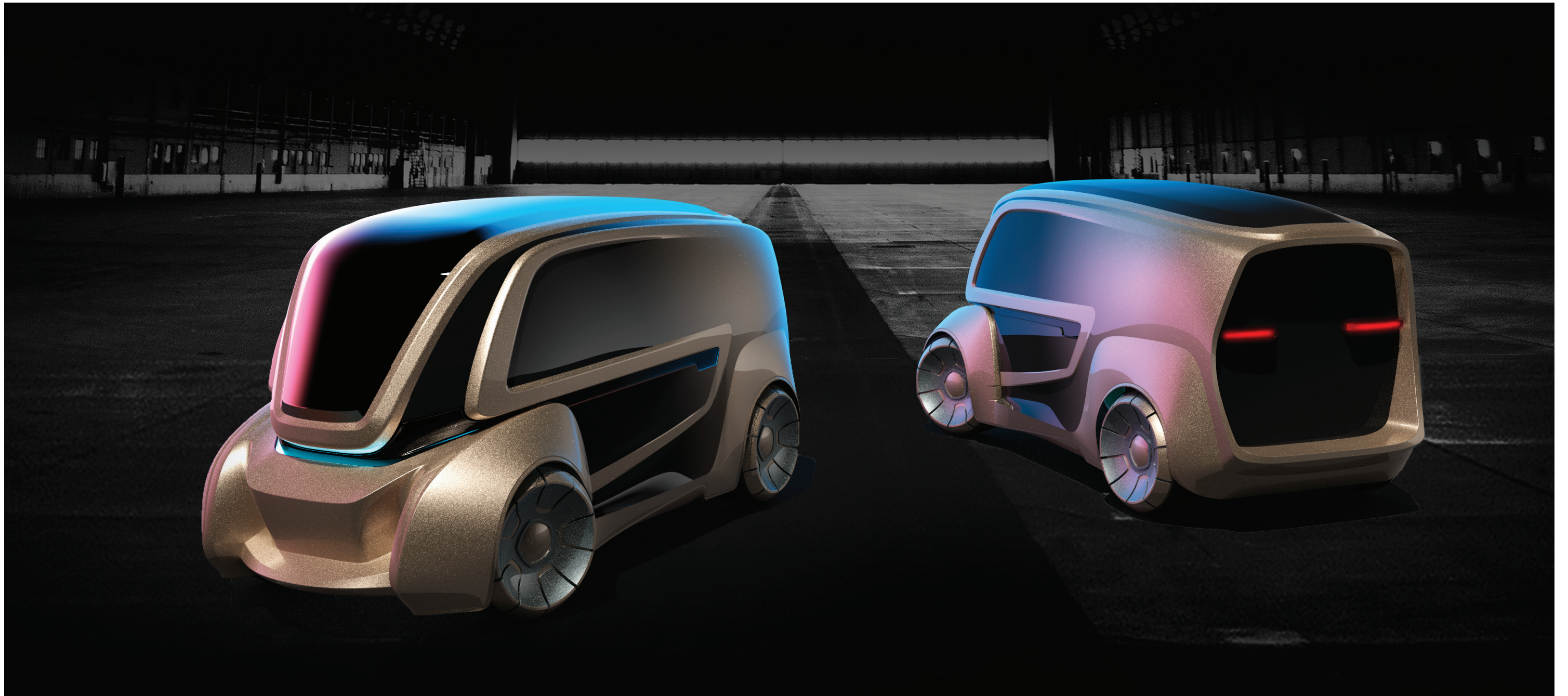
ter vários players.

Recorreu-se a elementos visuais como as linhas horizontais em alto contraste em relação à superfície em vidro, assim como rodas e skate inferior com altura aparente maior do que o estritamente necessário. Estes recursos foram usados de modo a equilibrar as dimensões globais numa tentativa de as aproximar visualmente às proporções clássicas do automóvel, esteticamente mais apelativas.

Esta linguagem caracteriza-se por uma forte influência da arquitetura contemporânea, privilegiando a transparência, uso de superfícies de geometria complexa e transições inesperadas e, ao mesmo tempo, por um equilíbrio com a herança estética do universo automotivo. Este veículo assume-se como um híbrido entre um abrigo urbano que traduz a possibilidade de várias vivências na/com a cidade e um veículo que exprime a sensação de movimento e uma tendência orgânicas emergente. Enquadra-se assim numa visão de um futuro em que o urbano se entrelaça com o natural, num imaginário de abstratização do orgânico. Em última análise procura-se com esta proposta responder ao *shape-coding* feito durante a fase de pesquisa, demarcando o veículo do arquétipo de transporte público da atualidade e projetando uma imagem apelativa e de conforto.









# Considerações Finais

Analisando em retrospectiva os resultados do processo de desenvolvimento deste projeto, conclui-se que o mercado está direcionar-se cada vez mais para a implementação de soluções de mobilidade e logística autónomas conectadas em ambiente urbano. Deste modo, existe também a oportunidade para o CEiiA se assumir como um *player* de destaque neste espaço já que já possui ferramentas e *know-how* no desenvolvimento de veículos e plataformas de gestão de mobilidade, assim como o contacto privilegiado com a indústria, centros de desenvolvimento e universidades.

A evolução do paradigma dos transportes urbanos para uma mobilidade baseada em sistemas produto-serviço altera inevitavelmente a relação do utilizador com o objeto. No entanto, o conceito e recursos formais continuam a ser relevantes já que são importantes na definição da experiência de utilização e na forma como o utilizador se identifica e se revê no produto. Torna-se assim determinante um processo de pesquisa exaustivo das tendências emergentes de modo a maximizar a adequação a uma realidade futura, tendo em última análise um impacto direto no grau de adoção a um produto emergente.

Existem ainda barreiras tecnológicas, infraestruturais e legislativas que impedem a implementação imediata de uma solução análoga à apresentada. No entanto, observa-se uma grande aposta no desen-

volvimento tecnológico, de sistemas e semi-produtos que poderão vir a viabilizar a médio prazo essa implementação.

Ficou, também, evidenciada a dificuldade em validar qualquer proposta a uma grande distância cronológica prevendo-se a necessidade de atualização constante durante todo o desenvolvimento futuro. Ainda assim, foi observado um vasto leque de propostas com objectivos semelhantes, tanto de modo conceptual como prototipadas, por OEM's e *startups* o que é um indicador que a indústria de mobilidade caminhará neste sentido.

Quanto à experiência de estágio, foi sem dúvida valiosíssima ao proporcionar a oportunidade de explorar um tema fulcral da atualidade. Paralelamente foi, também, importante a nível pessoal permitir a integração num ambiente profissional, apreender novas ferramentas e métodos, assim como interagir e ter o apoio constante de profissionais experientes na área.

Esta foi, também, uma oportunidade de aplicar as técnicas e conhecimentos adquiridos no MA de Design de Produto na ESAD. Os resultados que foram sendo apresentados e o *feedback* recebido validaram estas abordagens na resolução de problemas de design em ambiente profissional, revelando-se assim um ótimo término para este percurso.



# Referências Bibliográficas

Bernhart, W., Winterhoff, M., Hasenberg, J., & Fazel, L. (2016). A CEO agenda for the (r)evolution of the automotive ecosystem. Munich: Roland Berger GMBH. Retirado de <https://www.rolandberger.com/en/Publications/Automotive-Sector-in-Transition.html>

Bimbraw, K. (2015, July). Autonomous cars: Past, present and future a review of the developments in the last century, the present scenario and the expected future of autonomous vehicle technology. In Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO), 2015 12th International Conference on (Vol. 1, pp. 191-198). IEEE.

Chang, D., Song, Y., & Liu, B. (2009). Visibility trends in six megacities in China 1973–2007. *Atmospheric Research*, 94(2), 161-167. doi: 10.1016/j.atmosres.2009.05.006

Chen, T. D., Kockelman, K. M., & Hanna, J. P. (2016). Operations of a shared, autonomous, electric vehicle fleet: Implications of vehicle & charging infrastructure decisions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 243-254.

Dargay, J. (2001). The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry. *Transportation Research Part A: Policy And Practice*, 35(9), 807-821. doi: 10.1016/S0965-8564(00)00018-5

Daziano, R. A., Sarrias, M., & Leard, B. (2017). Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 78, 150-164.

European Automobile Manufacturers Association. (2017). ACEA Vehicles in Use Report 2017. Retirado de <https://www.acea.be/statistics/article/vehicles-in-use-europe-2017>

Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181.

Guerra, E. (2016). Planning for cars that drive themselves: Metropolitan Planning Organizations, regional transportation plans, and autonomous vehicles. *Journal of Planning Education and Research*, 36(2), 210-224.

Koo, J., Kwac, J., Ju, W., Steinert, M., Leifer, L., & Nass, C. (2015). Why did my car just do that? Explaining semi-autonomous driving actions to improve driver understanding, trust, and performance. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 9(4), 269-275.

Kutzbach, M. (2010) Megacities and Megatraffic. In *ACCESS Magazine*. 1,37. 31-35.

Lucarelli, M. (2014, Novembro). The Impact Of Electromobility. A&D, 208, 56-58.

Lucarelli, M. (2017, Março). Technological Challenges And New Design Opportunities. A&D, 222, 2-7.

Mohr, D., Kaas, H., Gao, P., Wee, D., & Möller, T. (2016). How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry. Retirado de <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry/>

Roland Berger. (2017). Tracking Disruption Signals In The Automotive Industry. Munich: Roland Berger GMBH. Retirado de <https://www.rolandberger.com/de/Publications/Automotive-Disruption-Radar-2.html>

Roland Berger. (2018). Automotive 4.0 A disruption and new reality in the US?. Michigan: Rolang Berger Strategy Consultants LLC. Retirado de <https://www.rolandberger.com/en/Publications/Automotive-4.0.html>

Sadigh, D., Sastry, S., A. Seshia, S., & D. Dragan, A. Planning for Autonomous Cars that Leverage Effects on Human Actions. Robotics: Science And Systems XII. doi: 10.15607/rss.2016.xii.029

Thomopoulos, N., & Givoni, M. (2015). The autonomous car—a blessing or a curse for the future of low carbon mobility? An exploration of likely vs. desirable outcomes. European Journal of Futures Research, 3(1), 14.

United Nations. (2014). World Urbanization Prospects. United Nations. Retirado de <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf>

Weiss, J., Hledik, R., Lueken, R., Lee, T., & Gorman, W. (2017). The electrification accelerator: Understanding the implications of autonomous vehicles for electric utilities. The Electricity Journal, 30(10), 50-57.

Yang, J., Ward, M., & Akhtar, J. (2017). The development of safety cases for an autonomous vehicle: A comparative study on different methods (No. 2017-01-2010). SAE Technical Paper.

## Índice de Imagens

### 1. Equipa CEiiA e protótipos

CEiiA. (2016). Equipa CEiiA e protótipos. Retirado em março, 5, 2018 de <https://www.ceiia.com/single-post/2016/07/25/NESTA-CASA-DE-ENGENHARIA-O-C%C3%89U-%C3%89-O-LIMITE>

### 2. Embraer KC-390

CEiiA. (2016). Aeronave Embraer KC-390. Retirado em março, 5, 2018 de <https://www.ceiia.com/single-post/2018/03/07/KC-390-%C3%89-PRECISO-ACREDITAR>

### 3. Sistema de *bike-sharing* nas instalações do CEiiA em Matosinhos

CEiiA. (2016). Bicicletas e postos de carregamento nas instalações do CEiiA em Matosinhos. Retirado em março, 5, 2018 de <https://www.ceiia.com/single-post/2018/09/26/MATOSINHOS-ARRANCA-COM-PROJETO-DE-BIKE-SHARING-EM-PARCERIA-COM-O-CEIIA>

### 4. Apresentação intermédia de Mestrados no CEiiA

### 5. Accção de Formação para mestrados no CEiiA

### 6. Teste de bicicletas eléctricas nas instalações do CEiiA

### 7. Diagrama de GANTT elaborado com o apoio da Academia CEiiA referente ao planeamento do projeto a desenvolver

### 8. Mindmap com tendências a estudar durante a pesquisa

### 9. Linricann Wonder

Electronic World (1925). Photo of the "Linriccan Wonder", a radio-controlled car from 1925. Retirado em Março 7, 2018 de [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Linrrican\\_Wonder.png](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Linrrican_Wonder.png)

### 10. Mercedes VaMP

Daimler (2016). "VaMP" Research project on autonomous driving. Retirado em Março 7, 2018 de <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/picture/S-Klasse-Baureihe-140-Prometheus-VaMP--Vita2.xhtml?oid=9268914>

### 11. Navlab versão 1 a 5

Navlab Models 1 (farthest) through 5 (front). Retirado em Março 7, 2018 de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Navlab-1-5-autonomous-vehicles.jpg>

### 12. Waymo, Carro autónomo desenvolvido pela Google

Waymo (2016). Worlds first fully self-driving ride on public roads. Retirado em Março 7, 2018 de <https://waymo.com/press/>

### 13. Número de automóveis por cada 1000 habitantes relacionado com o poder de compra, por país

Kutzbach, M. (2010) Megacities and Megatraffic. In ACCESS Magazine. 1,37. 31-35.

### 14. Relação entre população rural e urbana a nível mundial

Department of Social Affairs, UN. (2014). World Urbanization Prospects. United Nations. Retirado em Março, 7 2018 de <https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf>

### 15. Distâncias percorridas a nível global, distribuídas por modos de transporte

Bernhart, W., Winterhoff, M., Hasenberg, J., & Fazel, L. (2016). A CEO agenda for the (r)evolution of the automotive ecosystem. Munich: Roland Berger GMBH. Retirado em Março, 27 2018 de <https://www.rolandberger.com/en/Publications/Automotive-Sector-in-Transition.html>

### 16. Previsão da evolução da distribuição de receitas no mercado automóvel com o crescimento de serviços de mobilidade partilhada

Mohr, D., Kaas, H., Gao, P., Wee, D., & Möller, T. (2016). How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry. Retirado em Março, 12 de 2018 de <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry/>

### 17. Complexificação do mercado automóvel com a entrada de novos stakeholders

Mohr, D., Kaas, H., Gao, P., Wee, D., & Möller, T. (2016). How the convergence of disruptive technology-driven trends could transform the auto industry. Retirado em Março, 12 de 2018 de <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/disruptive-trends-that-will-transform-the-auto-industry/>

### 18. Esquematização da evolução da arquitectura automóvel com a transição para propulsão eléctrica.

Lucarelli, M. (2014, Novembro). The Impact Of Electromobility. A&D, 208, 56-58.

### 19. Representação do processo de design

### 20. Boards de referência

21. Diagrama de síntese dos resultados do exercício de shapecoding
22. Esquissos iniciais
23. Mapeamento de *features*
24. Diagrama com medidas de atravancamento da plataforma e proposta de volumetria geral
25. Esquissos de interior
26. Esquissos de interior e relação com exterior
27. Comparação de linguagens para o habitáculo
28. Features identificadas por caso-de-uso
29. *Storyboards*
30. Mapa de proposta de valor
31. Ilustração do sistema de suporte ao serviço proposto
32. Interface com envolvente, de autenticação e entrada.
33. Modelos de volume impressos por FDM, e posterior desenvolvimento por esboço digital.
34. Modelos de volume em espuma de poliuretano
35. Esquissos de iteração
36. *Renders* manual digital de iteração
37. Esquissos de definição formal
38. Definição de linguagem formal e teste com várias funções.
39. Teste de soluções de interior com a linguagem formal escolhida
40. Evolução dos Modelos CAD t-splines e nurbs